

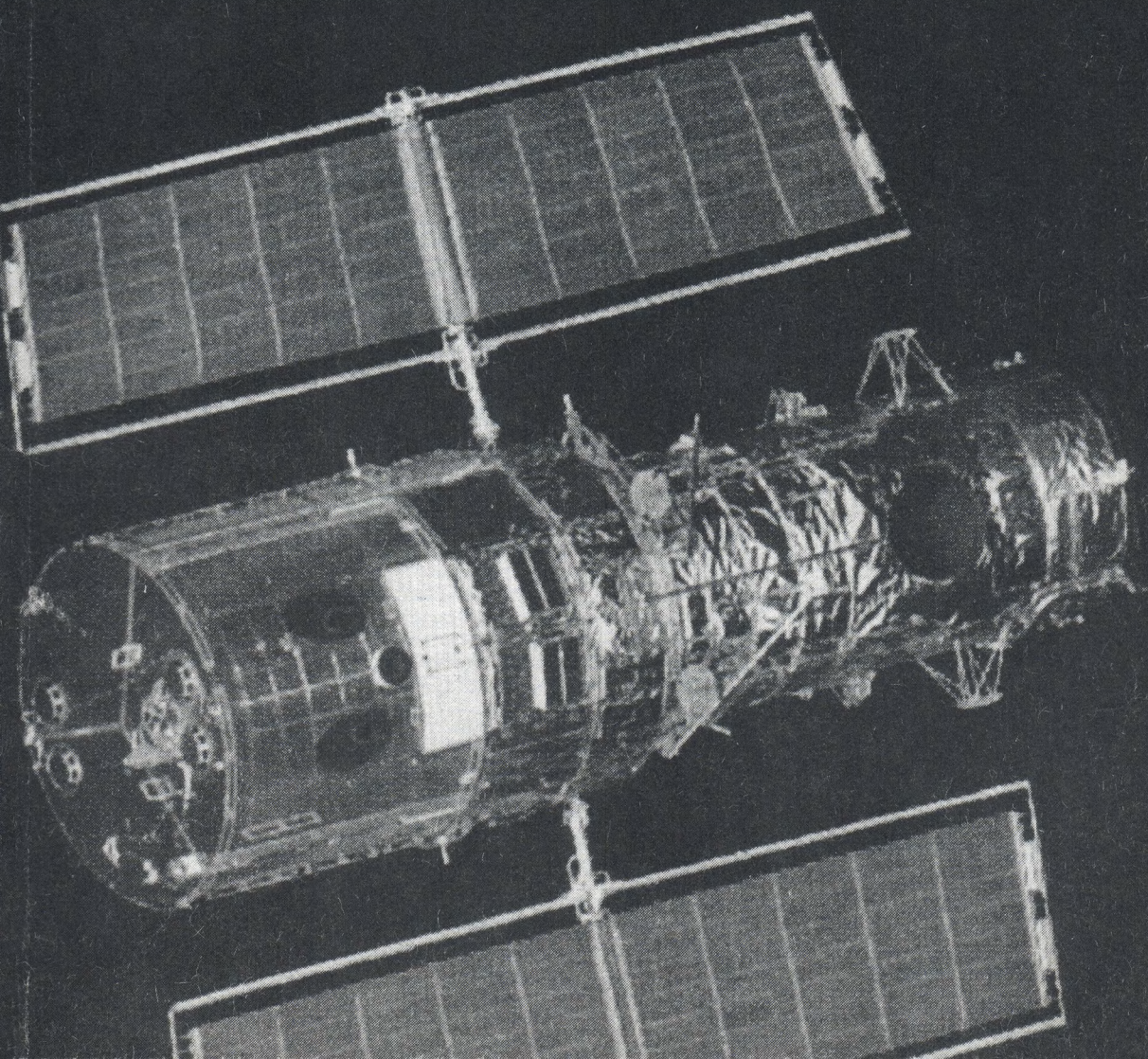
ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

СЕНТЯБРЬ-ОКТЯБРЬ

5/2000



ПОЗДРАВЛЯЕМ

новых членов Российской академии наук – известных специалистов в области астрономии, наук о Земле и космонавтики, избранных Общим собранием РАН 26 мая 2000 года!

АКАДЕМИКИ

Отделение общей физики и астрономии

**Варшалович Дмитрий Александрович
Тимофеев Владислав Борисович
Фридман Алексей Максимович**

Отделение физико-технических проблем энергетики

Семенов Юрий Павлович

*Отделение проблем машиностроения, механики
и процессов управления*

**Северин Гай Ильич
Черток Борис Евсеевич**

Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук

**Арский Юрий Михайлович
Коваленко Вячеслав Иванович
Митрофанов Феликс Петрович**

Отделение океанологии, физики атмосферы и географии

**Григорян Самвел Самвелович
Монин Андрей Сергеевич**

ЧЛЕНЫ-КОРРЕСПОНДЕНТЫ

Отделение общей физики и астрономии

Новиков Игорь Дмитриевич

Отделение физико-технических проблем энергетики

Каторгин Борис Иванович

*Отделение проблем машиностроения, механики
и процессов управления*

**Алифанов Олег Михайлович
Лебедев Валентин Витальевич**

Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук

**Величкин Василий Иванович
Додин Давид Абрамович
Пучков Виктор Николаевич
Пуцаровский Дмитрий Юрьевич
Соловьев Александр Анатольевич
Трубицын Валерий Петрович
Пешков Алексей Александрович**

*Отделение океанологии, физики атмосферы
и географии*

**Бондур Валерий Григорьевич
Касимов Николай Сергеевич
Лаппо Сергей Сергеевич
Лыкосов Василий Николаевич
Румянцев Владислав Александрович**

Научно-популярный журнал
Российской академии наук
и Астрономо-геодезического
общества

Издается с января
1965 года

Академиздатцентр "Наука"
Москва

Земля и Вселенная

5/2000



Новости науки и другая информация:

Новые ракетные двигатели [11]; Западно-антарктическое оледенение отступает [21]; Новые книги [27, 68]; Время назад? [48]; Бродячие планеты [59]; Взгляд в далекий космос [83]; Воссоздание первой секунды [90]; Лавовый поток на Ио [96]; Спиральный узор в карликовой галактике [97]; Новая геодинамическая концепция профессора Ю.В. Баркина [104]; Арктический океан освобождается от льдов? [107]; Сейсмическая томография [108]

В номере:

- 3 ГАЗЕНКО О.Г., ГРИГОРЬЕВ А.И., МАЛАШЕНКОВ Д.К. Космическая биология и медицина на рубеже столетий
12 ГРАЧЕВ А.Ф. Геодинамическая причина биосферных катастроф

ЛЮДИ НАУКИ

- 22 МИЛЬХИКЕР М.А. Ари Абрамович Штернфельд
28 Малой планете присвоено имя российского астронома

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 29 ЦИЦИН Ф.А. Джордано Бруно и современность
35 АНАНИЧЕВА М.Д. Исследования окружающей среды в Арктике

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 39 ГИНДИЛИС Л.М. SETI в России: последнее десятилетие XX в.

ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

- 49 ЗАЙЦЕВ Ю.И. Институту космических исследований РАН – 35 лет

ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ

- 60 ГЕРАСЮТИН С.А. Программа "Спейс Шаттл": хроника полетов

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 69 ЛЕФЕВР В.А., ЕФРЕМОВ Ю.Н. Космический разум и черные дыры: от гипотезы к научной фантастике
84 СИДОРОВ М.А. Спасительный круговорот энергии
91 МИКИША А.М., СМЕРНОВ М.А. Выход в космос необходим для устойчивого развития цивилизации

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 98 Небесный календарь: ноябрь – декабрь 2000 г.

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 105 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С. 2000 год: спокойное начало

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 109 НИКОЛАЕВ А.В. О недрах Земли как о космосе...



© Академиздатцентр "Наука"
Российская академия наук
журнал "Земля и Вселенная" № 5, 2000 г.

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per, 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 1 обложки: Космический Телескоп им. Э. Хаббла. Снимок сделан с корабля "Дискавери" (STS-103) 21 декабря 1999 г. Фото NASA (к ст. С.А. Герасютина)

На стр. 3 обложки: Международные экипажи космического корабля "Дискавери". Вверху – Д. Барри, К. Роминджер, Ж. Пайетт, Э. Очоа, В.И. Токарев, Р. Хасбанд и Т. Джерниган, совершившие полет с 27 мая по 6 июня 1999 г. по программе обслуживания Международной космической станции (STS-96); внизу – М. Фоул, К. Николье, С. Келли, К. Браун-мл., Ж.-Ф. Клервуа, Д. Грунсфельд и С. Смит, выполнившие на орбите ремонт Космического Телескопа им. Э. Хаббла 20–28 декабря 1999 г. (STS-103). Фото NASA (к ст. С.А. Герасютина)

На стр. 4 обложки: Платобазальты в центральной части архипелага Земли Франца-Иосифа, выступающие из-под ледниковых покровов. Фото Сюзан Барр (к ст. А.Ф. Грачева)

In this issue:

- 3 GASENKO O.G., GRIGOR'EV A.I., MALASCHENKOV D.K. Space biology and medicine on the boundary of the centuries
- 12 GRACHEV A.F. Geodynamic causes of the biosphere catastrophes

PEOPLE OF SCIENCE

- 22 MILKHIKER M.A. Ary Abramovich Shternfeld
- 28 The minor of planet a conferment name russian astronomer

SYMPOSIUMS, CONFERENCES, CONGRESSES

- 29 TSITSIN F.A. Jordano Bruno and contemporation
- 35 ANANICHEVA M.D. Studies of the Arctic environment

HISTORY OF SCIENCE

- 39 GINDILIS L.M. SETI in Russia: The past decade of the XX century

OBSERVATORIES, INSTITUTES

- 49 ZAITSEV Yu.I. Institute of the Space Research: 35 years

FROM NEWS OF THE FOREIGN ASTRONAUTICS

- 60 GERASIUTIN S.A. Program "Space Shuttle" – chronicle of the flights

HYPOTHESIS, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 69 LEFEVRE V.A., EFREMOV Yu.N. Cosmic intellect and black holes: from the hypothesis to the scientific fiction
- 84 SIDOROV M.A. Recovery circulation of the energy
- 91 MIKISHA A.M., SMIRNOV M.A. Output in space is necessary for the stable development of the civilization

AMATEUR ASTRONOMY

- 98 Celestial calendar: November – December 2000

CHRONICLE OF CEISMICITY OF THE EARTH

- 105 STAROVOIT O.E., TCHEPKUNAS L.S. 2000: the calm beginning

BOOKS ABOUT THE EARTH AND SKY

- 109 NIKOLAEV A.V. About the core of Earth as the space

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН

доктор психол. наук Ю.Н. ГЛАЗКОВ,

доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН, доктор физ.-мат. наук И.А. КЛИМИШИН, доктор физ.-мат. наук

Л.И. МАТВЕЕНКО, доктор физ.-мат. наук И.Н. МИНИН, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,

член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук

Г.И. РЕЙСНЕР, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,

доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук

Г.М. ТОВМАСЯН, доктор филос. наук А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук

В.В. ШЕВЧЕНКО

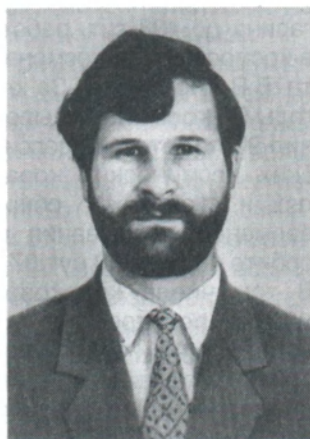
Космическая биология и медицина на рубеже столетий

О.Г. ГАЗЕНКО, академик РАН,

А.И. ГРИГОРЬЕВ, академик РАН и РАМН,

Д.К. МАЛАШЕНКОВ

ГНЦ РФ "Институт медико-биологических проблем"



К настоящему времени накоплен довольно богатый опыт работы космонавтов и астронавтов в условиях невесомости на космических кораблях и станциях, пониженной силы тяжести на Луне. Многочисленные эксперименты на биоспутниках, в

наземных лабораториях позволили разработать средства контроля и поддержания здоровья, работоспособности космонавтов в длительных космических полетах. Созданы надежные бортовые средства жизнеобеспечения космических кораблей, станций

и скафандров для работы в открытом космосе. Космическая биология и медицина на рубеже веков решают проблемы длительных экспедиций на Международной космической станции, лунных базах и полета к Марсу.

Вступая в XXI век, космонавтика продолжает осуществлять научно-исследовательские и прикладные программы. За 40 лет решены многие медицинские проблемы, связанные с участием человека в реализации космических проектов пилотируемых полетов нового столетия. Перспективы освоения космического пространства в значительной мере будут зависеть от развития не только космической техники, но и космической медицины, физиологии, психологии и биологии.

С 1961 г. пройден путь от 108 мин полета Ю.А. Гагарина до 438 сут. работы в космосе врача-космонавта В.В. Полякова. За эти годы **91 космонавт** выполнил **90 полетов** на российских космических кораблях и станциях с общим временем пребывания на орбите **44 года 30 сут 07 ч**. В том числе кратковременных полетов (до двух недель) – 45 (из них 2 аварийных старта), средней продолжительности (до трех месяцев) – 9, длительных (свыше трех месяцев) – 33 и сверхдлительных (свыше 1 года) – 3 (В.Г. Титов и М.Х. Манаров – по 366 сут, С.В. Авдеев – 380 сут и В.В. Поляков – 438 сут).

Анализ научных результатов пилотируемых полетов включает осмысление способов и средств стратегии и тактики, позволяющих человеку все увереннее чувствовать

себя вне Земли. Разработанная российскими специалистами стратегия заключалась в постепенном увеличении времени безопасного пребывания человека в космосе без ущерба для его здоровья и работоспособности.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

Можно выделить четыре основных этапа развития космических медико-биологических исследований.

Первый этап – биологическая индикация (проверка здоровья животных) в кратковременных космических полетах. Исследования проводились на различных биологических объектах во время запусков баллистических ракет и первых искусственных спутниках Земли (ИСЗ) (50-е – начало 60-х гг.). Выявлено отсутствие биологических ограничений для жизни в кабине спутника при полете на околоземной орбите. Полученные результаты свидетельствовали о возможности кратковременного полета человека в космос (Земля и Вселенная, 1997, № 6).

Второй этап – кратковременный полет человека в космос. Медико-биологические исследования во время кратковременных пилотируемых полетов (60-е – начало 70-х гг.) свидетельствовали о возможности безопасного пребывания человека в условиях невесомости в течение 2-3 недель и его активной деятельности

вне корабля, в том числе на поверхности Луны (американская программа “Аполлон”, 1969-72 гг.). В реабилитационном периоде (после возвращения на Землю) были выявлены зависящие от длительности экспедиции изменения в организме. Полеты продолжительностью 14-18 сут оказали весьма существенное воздействие на опорно-двигательный аппарат космонавтов. Стала очевидной необходимость разработки и создания системы профилактических мероприятий и углубленных медицинских обследований для обеспечения безопасности длительного пребывания человека в космосе при постепенном увеличении продолжительности полетов.

Третий этап – исследования во время длительных полетов экипажей на пилотируемых станциях. Медико-физиологические исследования во время продолжительных полетов длительностью от 1 до 14,5 месяца на российских орбитальных станциях “Салют” и “Мир” (1971-1999 гг.) показали, что космонавты хорошо приспосабливаются и эффективно работают в условиях невесомости. Проведенные медико-биологические исследования во время пилотируемых полетов и исследования на биоспутниках, а также наземные эксперименты в области общей физиологии и медицины расширили наши знания о влиянии факторов космического полета

Космонавты В.В. Поляков и А.А. Волков проводят медицинский эксперимент на борту ОК "Мир" в начале 1989 г.

на различные функциональные системы человека. Это позволило постоянно совершенствовать систему отбора и подготовки космонавтов, комплекс средств медицинского контроля здоровья, профилактики неблагоприятного действия невесомости, реабилитационных мероприятий после длительных полетов.

Проведенные работы дали возможность определить факторы риска для систем организма, подверженных наибольшим изменениям во время космических полетов. Изучены основные закономерности приспособления организма к условиям жизни в космосе.

Четвертый этап – подготовка автономного космического полета. В настоящее время космическая медицина находится на рубеже следующего этапа – подготовки к автономной длительной жизни и работе экипажей, например, на лунной научной базе или на борту межпланетного космического корабля.

Начата подготовка международной марсианской экспедиции. Необходимо обеспечить значительное повышение надежности технических и медицинских систем межпланетного КК на случай невозможности быстрого возвращения экипажа на Землю при аварии или за-



болевании членов экипажа. В последние годы в России и США экспериментально отрабатываются медико-биологические аспекты автономного полета. Например, 438-суточный орбитальный полет врача-космонавта В.В. Полякова, сотрудника Института медико-биологических проблем, свидетельствует о реальности осуществления экспедиции на Марс.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

На борту космического корабля или станции на организм космонавта воздействуют **внешние факторы**: микрогравитация и ионизирующая радиация (галактическое космическое излучение и тяжелые протоны солнечных вспышек). Искусственная среда КК с заданными параметрами атмосферы создается с помощью систем жизнеобеспечения. Пребывание человека в такой **техногенной среде** (замкнутое пространство, искусственный воз-

дух, электромагнитные поля и звуковые волны от работающих систем и приборов), наряду с влиянием на него внешних факторов космического полета, обуславливают значительную дополнительную нагрузку на организм.

Состояние невесомости вызывает специфические изменения в организме человека. В центральную нервную систему перестают поступать сигналы от гравитационно-зависимых рецепторов вследствие исчезновения опоры, тогда как сигналы от других рецепторов остаются на прежнем уровне. Возникает избыточное кровенаполнение верхней части тела из-за перераспределения крови под действием гидростатического давления (в земных условиях большая часть крови под действием своего веса находится в сосудах нижней половины тела). Уменьшаются мышечные усилия при исчезновении веса, приводящие к детренированности мышц опорно-двигательного аппарата.



Воспроизведение действия невесомости на организм человека с помощью водной иммерсии (имитация потери веса). Испытатели одеты в гидрокостюмы и погружены в жидкость равного им удельного веса

В первые дни космического полета у некоторых космонавтов появляются симптомы укачивания, иллюзия движения, ощущение переполненности головы кровью, заложенность носа. Наряду с ухудшением самочувствия в этих случаях может снизиться работоспособность, а ведь космонавту в этот период необходимо выполнять важную операцию по стыковке корабля со станцией. Другие изменения в организме человека, развивающиеся в условиях невесомости, не сказываются на самочувствии космонавтов.

При **адаптации к невесомости** развиваются приспособительные реакции: происходит стабилизация различных функций организма и его физиологическая и, частично, структурная перестройка. Включаются механизмы восстановления структуры сигналов сенсорных систем. Частичное перемещение крови в верхнюю часть тела соз-

дает адекватные условия кровенаполнения — ускоренное выведение жидкости из организма, изменение тонуса сосудов и тканей. Через короткое время (несколько дней) устанавливается равновесие в системе организм-среда, обеспечивающее работоспособность космонавта. Эти реакции при длительном пребывании в невесомости формируют новые или изменяют существующие функциональные системы организма, адаптирующие к иным условиям жизнедеятельности. Снижение нагрузки на опорно-двигательный аппарат приводит к частичной утрате свойств и качеств, приобретенных человеком в процессе развития в условиях земного притяжения. Изменяется структура мышечных волокон; развивается атрофия некоторых групп скелетных мышц; уменьшается плотность костной ткани; возникает детренированность мышц опорно-двигательного аппара-

та; нарушается регуляция сосудистого тонуса кровеносной системы; образуется новый уровень водно-солевого баланса, работы сердечно-сосудистой, иммунной и других систем.

В длительных экспедициях экипажи используют бортовой комплекс **профилактических средств**, противодействующих неблагоприятному влиянию невесомости на организм и адаптации к ней. Нагрузочные костюмы космонавтов создают осевую нагрузку на тело, что вызывает определенную степень деформации и стимуляцию рецепторов опорно-двигательного аппарата. Физические упражнения направлены на поддержание тренированности наиболее важных систем, стимуляцию некоторых групп рецепторов и сохранение двигательных навыков. Тренажерные средства помогают поддерживать жидкость в организме и приводят к восстановлению эффекта гидростатического давления крови.

Применение в длительных полетах профилактического комплекса значительно ослабляет вызванные невесомостью адаптационные сдвиги в



Первая обезьяна-космонавт Аб-рек в полетном кресле перед запуском биоспутника "Космос-936" в августе 1977 г.

системах организма и снижает реакции организма при переходе к условиям гравитации.

Достигнутая длительность пилотируемых полетов и перспективы ее дальнейшего увеличения зависят от способности человека адаптироваться к невесомости и реадаптироваться к силе тяжести после возвращения на Землю. Накопленный опыт показывает, что в **длительном полете (до 1 года)** практически здоровые люди могут в той или иной степени адаптироваться к условиям невесомости и хорошо выполнять программу полета.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

На ранних этапах становления космической биологии и медицины ученые изучали неблагоприятные последствия полета на животных. Полеты биологических объектов на ракетах и ИСЗ показали, что запуск человека в космос

возможен. Вскоре, благодаря биологическим исследованиям в космосе, обнаружили тесную связь возникающих изменений в организме животных с фундаментальными проблемами физиологии. Открылись новые возможности для изучения в космосе и в условиях моделирования на Земле закономерностей адаптации организма к экстремальным факторам окружающей среды.

Эксперименты на **биоспутниках "Космос-110"** (1966 г.) и **"Бион"** (11 полетов в 1973-1997 гг.), проводившиеся с целью углубленного изучения влияния условий космического полета на жизнедеятельность организмов (микробы, грибы, высшие растения, насекомые, рыбы, земноводные и млекопитающие), стали, благодаря накоплению важных физиологических, морфологических, радиобиологических и др. данных, важным дополнением к программам меди-

цинских исследований в пилотируемых полетах. Это позволило разработать эффективные методы и средства профилактики неблагоприятного воздействия космоса, решить ряд важных гигиенических и экологических проблем, связанных с замкнутым объемом космического корабля или станции.

Исследования на биоспутниках выявили универсальность фактора гравитации в формировании структуры и функции живых систем. Сформировался новый раздел науки – гравитационная биология. Космические эксперименты помогают раскрывать сущность воздействия гравитации на биологические объекты. Например, в полете биоспутника "Космос-936" впервые были получены данные о том, что гравитация, создаваемая с помощью бортовой центрифуги, может предупредить многие неблагоприятные эффекты невесомости. Искусственная сила тяжести – одно из перспективных средств поддержания оптимального состояния здоровья космонавтов в длительных полетах.

КОСМИЧЕСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Увеличение продолжительности и сложности программ полетов подни-



Старожил орбитальной станции "Мир", трижды побывавший в космосе, — тритон (в центре снимка) плавает в невесомости

мают роль человеческого фактора в системе "космонавт — космический корабль". Решение проблемы устойчивости **психологического состояния** человека в длительных экспедициях затрагивает весь комплекс поведенческих аспектов: психологические потребности, субъективные состояния, переживания, общение с коллегами по экипажу и наземными службами, например Центром управления полетом (ЦУП), ролевые отношения, планирование деятельности, критерии успеха, систему внешних стимулов. Сложность задачи поддержания психологической устойчивости экипажа возрастает, когда срок полета измеряется годами.

Одна из проблем кос-

мической психологии — повышение психологической и профессиональной надежности космонавтов. Она основывается на совершенствовании методов и средств отбора, подготовки и комплектования экипажей, оценки психического состояния космонавтов. Большое значение придается профилактике и коррекции психической дезадаптации: исследованию особенностей группового взаимодействия и биоритмологических аспектов адаптации; оптимизации профессиональной деятельности космонавтов.

Усовершенствование условий жизни и работы экипажа на борту КК смягчит **психогенные последствия** обитания в ис-

кусственной среде. На этапе предполетной тренировки космонавта приобретаются необходимые профессиональные знания и навыки, умение группового взаимодействия. Основываясь на этом, а также на собственных мотивах и установках, космонавт строит индивидуальную теоретическую модель предстоящей космической экспедиции.

В течение первых 4-6 недель полета космонавт осваивает жизненное пространство в отсеках КК или орбитальной станции. В этот период он находится под воздействием новых ощущений, впечатлений, особенностей движений, способов взаимодействия в экипаже.

Во время полета изменяются **психологические установки** членов экипажа, обусловленные особенностями бытового самообслуживания в космосе и отказом от ряда потребностей. Космонавту необходимо дополнительное время на подготовку и проведение в невесомости рабочих операций и научных экспериментов, организацию взаимодействия со специалистами наземных служб. Все это приводит к дефициту времени, опасению за несвоевременное выполнение тех или иных

Изучение нейрофизиологических функций космонавта в наземной лаборатории. С помощью установки пониженного давления моделируются условия микрогравитации – в первые дни полета у космонавтов происходит отток крови в верхнюю часть тела

задач, что создает предпосылки для нервно-эмоционального напряжения и утомления.

В дальнейшем наступает этап **стабилизации** жизнедеятельности и **психического состояния**, но появляется чувство острой потребности в новой информации, возникающее в результате развития симптомов “сенсорного голода”. Фактор новизны утрачивает свое значение, космонавт привыкает к необычному режиму жизни и работы. На эмоциональную сферу оказывают влияние преимущественно однообразие замкнутой среды, монотонность деятельности, ограниченность общения. Действие этих факторов может привести к снижению психического тонуса, развитию явлений расслабленности, изменению цикла “бодрствование–сон”.

За 15-30 сут перед посадкой наступает еще один период психологической адаптации: **эмоциональная переориентация**. У космонавта формируется установка на скорое возвращение на Землю.

По признанию космонавтов, совершивших



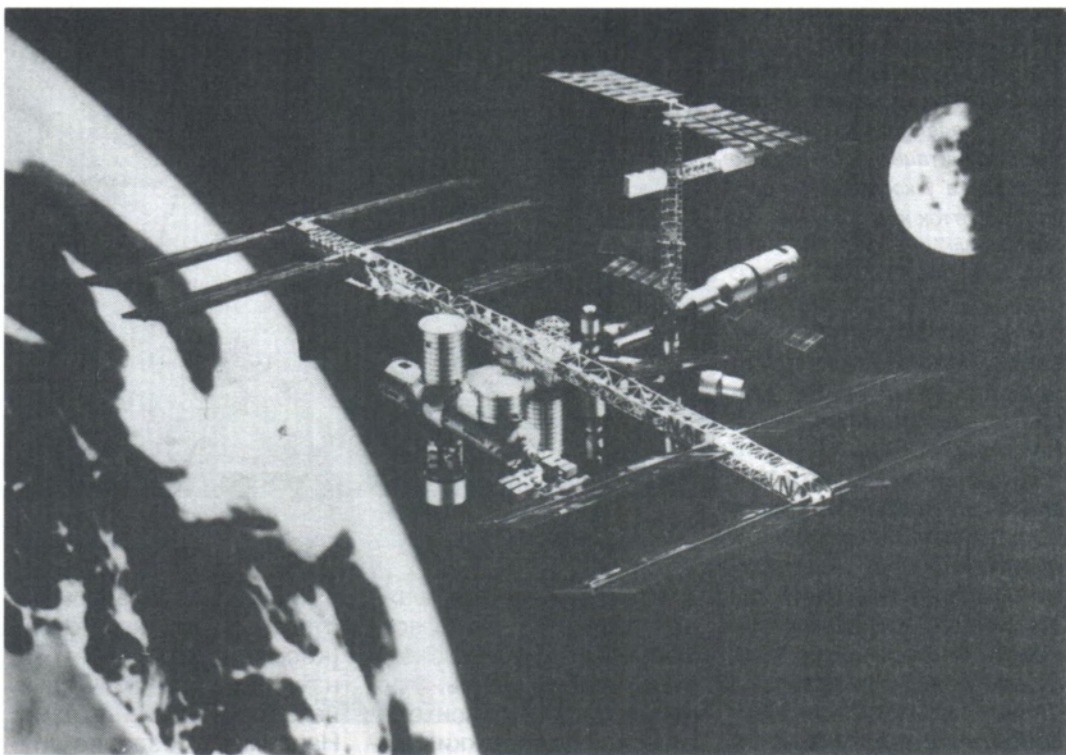
длительные полеты, важно поддерживать нормальное самочувствие и работоспособность, используя систему психологической поддержки. Разработан ряд эффективных методов поддержания психологического тонуса. При этом на первое место ставятся, как правило, сеансы связи, включающие открытые беседы с семьей, друзьями и специалистами.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ КОСМОСА ЧЕЛОВЕКОМ

Приближается XXI век, открывающий новые возможности для деятельности экипажей в космическом пространстве. Важнейшее место займут работы на научных лунных базах и орбитальных станциях следующего поколения, экспедиции на Марс.

В настоящее время при подготовке перспективных космических проектов характерна интеграция научных, технических

и интеллектуальных ресурсов различных стран (космических агентств, научных космических центров и организаций). Например, создание **Международной космической станции (МКС)** в ближайшие годы предполагает выполнение следующих мероприятий. Отрабатывается совместное использование российских и американских наземных служб **медицинского обеспечения экипажей** на основе унификации организационных форм, методов и средств отбора и подготовки космонавтов, взаимодействия структур управления полетами (ЦУП – Москва и ЦУП – Хьюстон), до- и послеполетные обследования. Завершается выработка единых международных стандартов по санитарно-гигиеническим, экологическим условиям, средствам и системам жизнеобеспечения, медицинского контроля и профилактики за-



болеваний в полетах, прогнозирование состояния здоровья членов экипажей. Предстоит выполнение совместных исследований по космической биологии и медицине с использованием унифицированных технических и санитарно-гигиенических средств.

Очень важно, чтобы орбитальный комплекс **“Мир”** функционировал и после 2000 г. Необходимо продолжить научные исследования, используя уникальные бортовые медико-биологические системы и оборудование, так как полномасштабные научные исследования на МКС начнутся не ранее 2005 г.

Каждый новый шаг в освоении космоса дол-

жен быть тщательно подготовлен. Для этого проводятся предварительные исследования на биологических КА и наземные модельные эксперименты с участием человека. Создаются биоспутники нового поколения, способные находиться на орбите МКС до 120-180 сут. ИМБП проводил в 1999-2000 гг. 240-суточный комплексный эксперимент **“СФИНКС-99”** (моделирование полета международного экипажа на космической станции), в котором принимали участие космические агентства России, Европы, Канады и Японии, а также исследователи из Австрии, Германии, Норвегии, США, Чехии и Швеции (Земля и Вселенная, 2000, № 2).

Международная космическая станция. На ней будут работать астронавты разных стран, в том числе проводить медико-биологические эксперименты

Продолжительные полеты на комплексе **“Мир”** и МКС должны послужить основой для подготовки **пилотируемой экспедиции на Марс** (Земля и Вселенная, 1999, № 6). Для этого необходимо решить несколько проблем: разработать гибридную систему жизнеобеспечения, эффективную защиту от радиационного излучения, средства поддержания физиологического и психологического состояния экипажа.

На борту марсианского

космического корабля необходимо создать биосферу, подобную земной. Ее активными компонентами будут человек, животные, растения и микроорганизмы. На смену существующим системам придут гибридные регенеративные системы жизнеобеспечения с высоким коэффициентом замкнутости циклов. В наземных лабораториях уже получены первые обнадеживающие результаты.

Другая важная проблема – защита от галактического и солнечного космического излучения, которые значительно возрас-

тают за пределами радиационных поясов Земли. При длительных межпланетных путешествиях возникает риск появления мутагенных процессов, угрожающих здоровью космонавтов. Для обеспечения радиационной безопасности экипажа надо выбрать неопасные периоды солнечной активности, создать на борту КК радиационное убежище и использовать фармакологические средства защиты.

Потребуется решить также ряд психологических и физиологических проблем, обусловленных оторванностью от Земли

и длительным пребыванием в невесомости. Автономность полета потребует значительно большей надежности технических систем корабля и средств медицинского обеспечения полета.

Исследования в области космической физиологии, психологии, радиобиологии и систем жизнеобеспечения, разработка надежных средств защиты и сохранения здоровья космонавтов не только являются мощным стимулом развития космической медицины, но и внесут важный вклад в земное здравоохранение.

Информация

Новые ракетные двигатели

Ученый из Университета штата Вашингтон в Сиэтле Роберт Уингли предложил новый вид ракетных двигателей “M2 P2” (мини-магнитосферное плазменное движение). Двигатель основан на принципе выброса заряженных частиц плазмы в магнитном поле, как на Солнце, когда возникают энергетические всплески – ко-

рональные выбросы масс. Солнце иногда выдувает магнитно-плазменные пузыри, и они с большими скоростями разносятся по Солнечной системе.

Двигатель размером всего 0,5 м состоит из электромагнитной катушки и инжектора плазмы. Электромагнитное поле выбрасывает небольшой пузырь, заполненный плазмой. В магнитном поле шириной до 33 км образуется реактивная струя из заряженных частиц. Согласно расчетам, космический аппарат массой 140 кг с помощью двигателя “M2P2” способен развить скорость бо-

лее 80 км/с. При такой скорости он может догнать запущенные в 1977 г. американские АМС “Вояджер-1 и -2”!

Институт высоких технологий NASA финансировал разработку и испытание нового двигателя в течение двух лет. В случае успешных испытаний будет выделено еще 1,5 млн долларов на создание летного образца двигателя и установку его на космический аппарат. По мнению изобретателя, двигатель может работать до расстояния в 70 а.е., то есть вдвое дальше орбиты Плутона.

Science, 1999, 285, 1351

Геодинамическая причина биосферных катастроф

А.Ф. ГРАЧЕВ,

доктор геолого-минералогических наук

Объединенный институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН



В истории Земли неоднократно повторялись ситуации массовой гибели (вымирания) живых организмов, после чего происходила смена видового и родового состава биоты на материках и в Мировом океане. Эволюционное развитие жизни на Земле прерывалось катастрофами, оказывающими влияние на дальнейший ход эволюции. Многие годы продолжают споры о возможных причинах этих катастроф. Между тем исследование катастрофических явлений в

развитии литосферы приводит к открытию их периодичности, совпадающей по времени с периодичностью биосферных катаклизмов.

Автор полагает, что периодическое возобновление излияний на больших площадях базальтов и других пород основного состава, вызванных подъемом вещества из мантии, может служить причиной катастроф в биосфере. Эти процессы определяются локальными потоками вещества — мантийными плюмами.

ГЕОДИНАМИКА МАНТИЙНЫХ ПЛЮМОВ

Признание роли катастроф в геологической истории Земли возвращает нас к двухвековому спору, начатому основоположником геологии **Чарльзом Лайелем** (1769–1832) и основателем исторической геологии **Жоржем Кювье** (1797–1875). Последователи Лайеля признавали только эволюционный путь развития природы. Сторонники Кювье придавали определяющее значение в этом развитии катастрофам. Долгое время популярно было высказывание Ф. Энгельса, что “теория Кювье революционна на словах и реакционна на деле”, а Лайель “внес здравый смысл в геологию”.

Открытия последних лет в науках о Земле расставили все по своим местам. Полезно хотя бы кратко напомнить, как шло становление современных представлений о развитии Земли.

Еще в 1859 г. американский геолог Джеймс



Холл пришел к выводу (не вызывающему возражений и сейчас), что горы образуются на месте накопления мелководных осадков большой мощности, а прогибание земной коры происходит под влиянием тяжести осадков. Эти суждения легли в основу теории геосинклинального развития Земли, хотя сам термин “геосинклиналь” (от греч. “синклинно” – наклоняю) появился позже, в 1873 г. в работе американского геолога Дж. Дэна. В дальнейшем, после работ Гюстава Ога и Ганса Штилле, вся история развития Земли стала рассматриваться как последовательное превращение геосинклиналей в орогены (горные системы). Практически всеми признавалось, что геосинклинали – понятие историко-геологическое, и в наше время они не образуются.

Теория **Альфреда Вегенера о дрейфе материков**, изложенная им в книге, вышедшей в

1912 г., поддерживалась в основном геологами, работавшими в южном полушарии. Северо-американские и европейские геологи вместе с отечественными учеными дружно выступали против концепции дрейфа материков.

Между тем назревала буря. В 1929 г. известный английский геолог Артур Холмс предложил идею конвективных течений в глубинах Земли, вызывающих горизонтальные движения в земной коре. Вслед за тем, к середине 60-х годов, первые данные палеомагнитных исследований, свидетельствующие о значительных перемещениях магнитных полюсов подтвердили правильность идей Вегенера. Но решающее значение имели работы геологов в 50-х гг.: были открыты инверсии магнитного поля и глобальная система срединно-океанических хребтов. Эти открытия привели к победе мобилизма (Зем-

Базальтовая дайка на острове Хейса (Земля Франца-Иосифа). Фото В. Дибнера

ля и Вселенная, 1995, № 5). Изменения в мировоззрении большинства геологов и геофизиков произошли практически мгновенно, хотя “островки сопротивления” оставались.

К концу XX в. науки о Земле подошли с новой парадигмой. Еще в 1963 г. канадский геофизик Дж. Уилсон во время посещения Гавайского архипелага обратил внимание на определенную закономерность: к западу от о. Гавайи океанические острова превращаются в подводные горы. Уилсон высказал предположение, что это следствие горизонтального перемещения коры над восходящим из мантии потоком расплавленного вещества – “горячей точкой”. Острова превращаются в подводные горы в результате

ПРОЯВЛЕНИЯ ПЛЮМОВОГО МАГМАТИЗМА

Район	Площадь базальтов, км ²	Мощность, м	Возраст, млн лет
Аравийский полуостров	до 100 000	до 2000	17-1
р. Колумбия, Ю. Америка	220 000	900	17-6
Эфиопия	800 000	до 3500	60
Йемен	до 100 000	до 1500	31-26,5
Вост. Гренландия	230 000	до 3000	60-57
Зап. Гренландия	55 000		60
Индия	>1 000 000	2000	67-64
Раймахал, Индия	4300	>230	116-113
Мадагаскар	>10 000	>2000	88
Плато Онтонг, Тихий океан	>1 500 000		120-90
р. Парана, Ю. Америка	1 000 000	до 1000	132-137
Плато Карру, Африка	до 1 000 000	400-1500	182 ± 2
Вост. Сибирь	2 500 000	700	254-248
Эмэй Шан, Китай	250 000	до 3700	251 ± 3
Кольский полуостров			370

горизонтального перемещения океанической коры. Охлаждаясь, она становится более плотной и поэтому погружается. Никаких более или менее строгих определений понятия “горячая точка” Уилсон не дал, что привело к весьма вольному толкованию этого термина. Позднее, в 1971 г., американский геофизик Дж. Морган выдвинул идею мантийных плюмов (от англ. plume – перо), на первый взгляд, близкую к понятию “горячей точки”, но принципиально отличающуюся по многим признакам. В апреле 1982 г., при встрече с Дж. Морганом в Париже, я спросил его, что такое “горячая точка”. В ответ услышал: “Пока это только идея”.

Тем не менее, развитие этих представлений в последующие годы стало одним из важных элемен-

тов современной общей теории развития Земли и, в итоге, вылилось в самостоятельную концепцию, получившую название **“геодинамика мантийных плюмов”**.

В отличие от “горячих точек” понятие “мантийных плюмов” уже в первой работе Дж. Моргана было четко сформулировано. Он считал, что мантийные плюмы – результат подъема сильно разогретого вещества нижней мантии. Зарождение этого процесса начинается на границе ядра Земли и нижней мантии, что соответствует глубине 2900 км.

Вследствие подъема плюма к поверхности Земли происходит излияние громадных объемов лав основного состава – базальтов, которые, растекаясь на сотни километров, формируют **лавовые плато (траппы)** мощ-

ностью до 1-2 км. Общая площадь лав, излившихся 250 млн лет назад в Восточной Сибири, составила около 2 млн км². По-видимому, не менее обширны размеры базальтовых покровов в Арктике. Необходимо отметить, что образование этих покровов происходит по геологическим меркам крайне быстро (за десятки или первые сотни тысяч лет).

Такие грандиозные излияния периодически повторялись, начиная с самой ранней истории Земли – первые излияния произошли около 3,9 млрд лет назад.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ МАНТИЙНЫХ ПЛЮМОВ

Периодичность процессов на Земле издавна привлекала внимание геологов, особенно лито-

Толща базальтов со столбчатой отдельностью. Мощность базальтового покрова на фотографии не менее 500 м, а возраст — около 1,8 млн лет (р. Верхний Ингамакит, хребет Удокан, Байкальский рифт)

логов, ибо, изучив повторяющиеся слои осадочных пород, можно было понять изменения рельефа и климатической обстановки. Вопрос о переходе от одного цикла к другому очень важен для геологов всех специальностей, геохимиков, геофизиков и астрономов, всегда интересовавшихся причиной вымирания организмов.

В рамках тектоники плит периодичность в природе очень трудно объяснить; в последние годы геологи находят все больше фактов в пользу **связи периодичности геологических процессов с мантийными плюмами**. Высказанная первоначально Р. Ларсенем в 1991 г. гипотеза связывала инверсии магнитного поля, эвстатические (связанные с изменением объема впадины) колебания уровня океана и другие процессы с зарождением плюмов на границе ядра и нижней мантии. В дальнейшем она получила поддержку во многих работах.

Развитие методов изотопного датирования магматических пород позволило установить, что крупнейшие излияния платобазальтов и траппов, связанные с мантийными плюмами, образо-



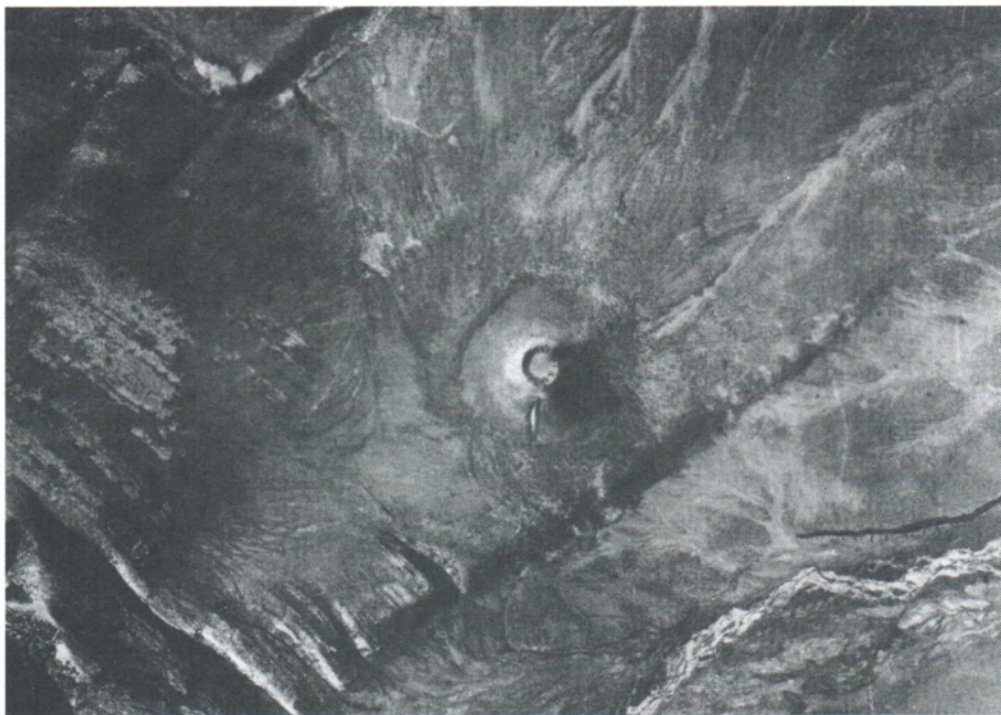
вывались в течение очень коротких интервалов времени (1–2 млн лет). Но, если рассмотреть объемы выброса магмы современными трещинными извержениями, придется признать, что реальная продолжительность излияний базальтов должна быть существенно меньше — порядка десятков тысяч лет.

Исходя из возраста крупных провинций платобазальтов, связь которых с мантийными плюмами достаточно обоснованна, мы получаем цикличность, близкую к 60 млн лет.

Для более строгой оценки периодичности вулканизма необходим

ряд наблюдений, по крайней мере, за весь период “явной жизни” (фанерозой). Такой ряд наблюдений можно выстроить, изучая вариации изотопных отношений неодима (Nd) и стронция (Sr) в морских осадках фанерозоя. Время пребывания стронция в морской воде около 2 млн лет, а неодима — менее тысячи лет. Поскольку вся масса воды в океане перемешивается в пределах 100 лет, то отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ мало отличается при переходе от одного океана к другому (у неодима же такие вариации значительны даже в пределах одного океана).

Изотопные отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в континенталь-



ной коре и базальтах мантийных плюмов резко различны, и их вариации позволяют выявить этапы развития плюмов.

Первый этап (150-175 млн лет) совпадает со временем начала распада единого праматерика Гондваны. Излияния базальтовых лав (траппов) в Африке, Антарктиде и Тасмании последовало за началом развития плюма Буве в Атлантическом океане. Во время **второго этапа** (250-275 млн лет) произошло излияние сибирских траппов, в течение **третьего этапа** (360-380 млн лет) образовалась обширная Кольская провинция щелочных и ультраосновных пород, большие массы платобазальтов распространились в пределах Вос-

точно-Европейской платформы.

Связь **четвертого этапа** (440-460 млн лет) с мантийными плюмами в настоящее время не доказана, но обращают на себя внимание следующие факты. Одно из крупнейших наступлений моря на сушу (**трансгрессия**) произошло 464-443 млн лет тому назад. Тогда площадь суши значительно сократилась и поступление радиогенного ^{87}Sr было минимальным. В этот период отсутствовали инверсии магнитного поля, и в различных регионах распространялись породы, накапливающиеся при анаэробных (бескислородных) условиях, — **черные сланцы**. Их образование — результат изменения температуры и

Вулкан Балаган-Тас на берегу р. Момы, правого притока Индигирки. Вулкан очень молодой, не древнее 10 000 лет, возник в результате мантийного плюма, радиус которого около 1 000 км. Аэрофотоснимок

содержания кислорода в атмосфере (так было во время суперплюма мелового периода, когда вымерли динозавры). В пределах современных континентов проявления базальтового вулканизма в течение столь короткого интервала времени отсутствуют, но такие излияния могли происходить в пределах океанической коры.

Пятый этап (650-750 млн лет), совпавший с развитым на огромных площадях трапповым

вулканизмом, недавно подтвержден изотопным анализом стронция и неодима для разновозрастных пород Китая. Вероятно, он отражает стадию распада суперконтинента в позднем протерозое. Японские ученые Т. Ито, А. Усуи и др., изучив вариации отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ за первые 80 млн лет), в 1998 г. нашли устойчивый минимум в интервале от 90 до 40 млн лет.

Изменение отношения $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ выявляет мак-

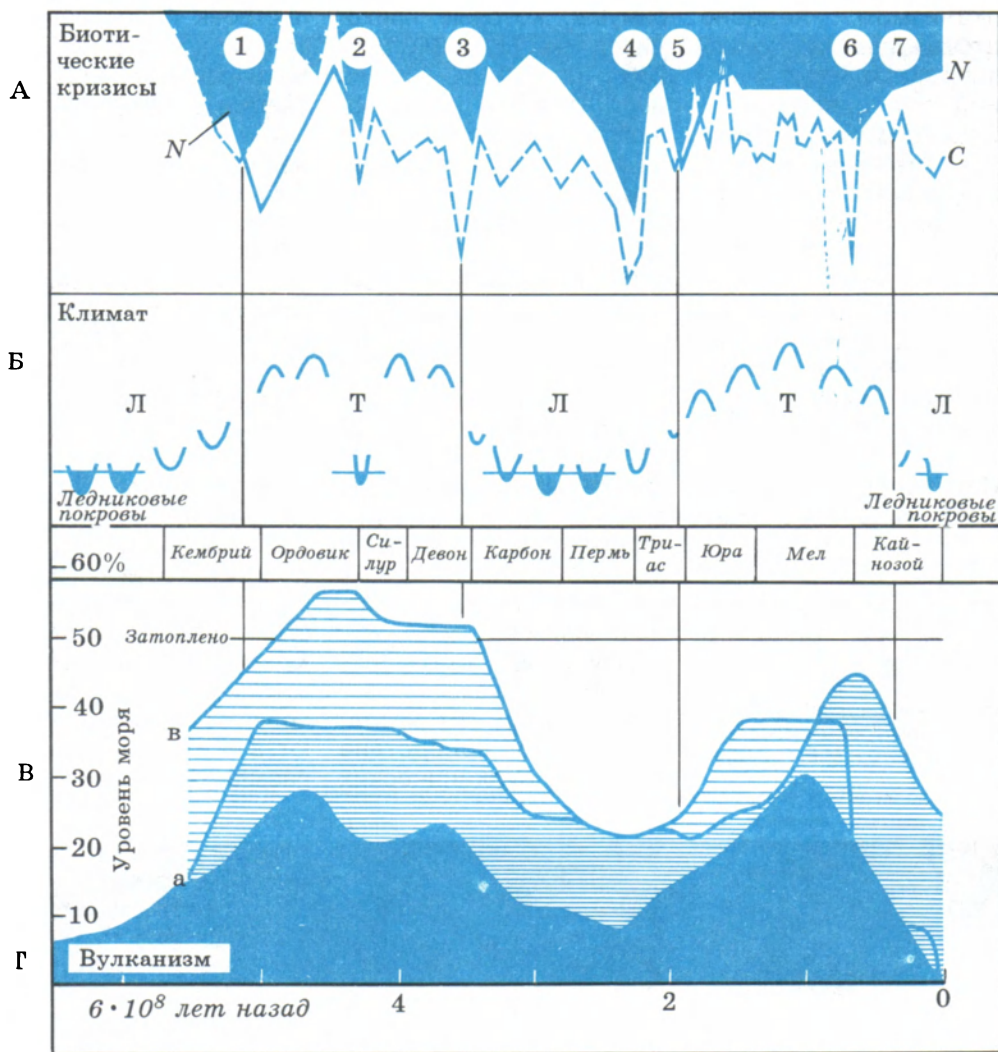
симумы, которые приходятся на 650, 340-390, 250, 120-170, 60-80 млн лет, на едва намечающийся пик в 30 млн лет и на настоящее время. Однако в палеоокеане Тетис и современном Атлантическом за последние 180 млн лет именно максимум, приходящийся на 30 млн лет назад, выделяется достаточно уверенно. Сравнение приведенных данных показывает, что максимумы отношения изотопов неодима в целом соответствуют минимумам отношения изотопов стронция, что и должно быть, как мы отмечали выше.

Изучение мантийных плюмов в докембрии (более 600 млн лет назад) затруднено вследствие размыва вулканических

построек и платобазальтов, но корни былых магматических провинций остаются в виде роев базальтовых даек как корней мантийных плюмов. В первом приближении выделяются следующие возрастные интервалы развития роев даек как **корней мантийных плюмов**: 720, 800, 1000, 1100-1140, 1240-1270, 2000, 2200 и 2500 млн лет, хотя, конечно, для выявления какой-либо периодичности этих данных недостаточно. Но знаменательно, что большая часть этих дат для фанерозоя совпадает с моментами резкой перестройки биоты (всей совокупности живых организмов). Одни группы видов и родов полностью исчезают, а на их месте начинают развиваться другие.

Аньюский вулкан на Анадырском плоскогорье; лава изливалась в долину р. Анюй (приток Колымы) – самый молодой плюм в Азии: он действовал не более 10 тыс. лет назад. Фото А.С. Скалацкого и М.Е. Городинского





Биотические кризисы в фанерозое. А – уменьшение количества семейств морских животных (N – по Ньюэллу, С – по Катбилу); Б – изменения климата, представленные чередованием состояний оледенения (Л) и потепления (Т); В – уровень Мирового океана: а – по Вейлу и др., б – по Хэллему; Г – интенсивность вулканических извержений в различные геологические периоды

ПРИЧИНЫ МАССОВОЙ ГИБЕЛИ ОРГАНИЗМОВ

На протяжении более чем двух столетий вопрос о наиболее вероятных причинах массового вы-

мирания организмов вызывает непреходящий интерес ученых разных специальностей. Достаточно вспомнить историю с гибелью господствовавших в мезозое гигантских реп-

тилий – динозавров. Все они (несколько сот видов) исчезли за очень короткое время около 60 млн лет назад. Тогда же вымерли аммониты и белемниты, но появились зуба-

стые птицы, костистые рыбы, многие млекопитающие.

Один из видных палеонтологов нашего времени Л.Ш. Давиташвили в своей монографии (1969) в числе причин вымирания организмов назвал: тектонический фактор (изменение рельефа); изменение химического состава атмосферы; климат, соленость и минерализацию воды Мирового океана; эвстатические колебания его уровня, столкновение с астероидом, космическую радиацию, смену полярности магнитного поля Земли.

Перед обсуждением роли перечисленных процессов следует ответить на один принципиальный вопрос: **как быстро происходило вымирание одних групп организмов и появление других в истории Земли?** До недавнего времени длительность таких переломных моментов оценивалась несколькими миллионами лет. Успехи изотопного датирования, в частности датировок цирконов по урану и свинцу, дают возможность определять возраст отложений с точностью до 0,5–1% и пересмотреть геохронологию переломных рубежей в истории развития биосферы.

Рассмотрим одну из интереснейших и хорошо изученных границ в конце палеозоя (более 200 млн лет назад). Пермский период палеозоя завершился наиболее обширным в истории Земли вымиранием организмов: 85% всех

морских видов, около 70% позвоночных, значительное число растений и насекомых исчезли 251 млн лет назад (граница перми и триаса). Причина вымирания – **аноксимальные условия** (апохиа – недостаток кислорода), характерные как для глубоководных, так и для мелководных отложений этого времени при морской трансгрессии. Изучение изотопии углерода в морских и континентальных разрезах показывает, что вымирание было одновременным в морских и континентальных условиях. В это же время отмечается и значительное **увеличение содержания углекислоты в атмосфере**, вызвавшее потепление. Гипотеза должна объяснить одновременное проявление разнообразных процессов в течение короткого (менее 1 млн лет) времени в различных оболочках Земли – литосфере, гидросфере и атмосфере.

Большой интерес вызвала гипотеза, предложенная в 1980 г. известным американским физиком, лауреатом Нобелевской премии Л. Альваресом. Вместе со своими сотрудниками из университета в Беркли он обнаружил, что в слоях горных пород на границе мелового периода и палеогена (65 млн лет назад) содержатся **аномальные концентрации иридия** и других редких элементов, явно превышающие известные допустимые содержания этих элементов в литосфере. Он предпо-

ложил связь аномалий с тем, что в это время с Землей столкнулся метеорит крупных размеров (возможно, астероид), ибо в таких телах содержание иридия того же порядка, что и в слоях на границе мела и палеогена. Следствием такого события стало бы катастрофическое изменение атмосферных условий, подобное тому, которое возникло при извержениях вулканов Кракатау и Св. Елены. При падении крупного метеорита или астероида около 10 км в поперечнике масштаб катастрофы совершенно иной: процесс фотосинтеза на многие десятки лет останавливается, температура значительно понижается. Вероятно, эффект такого события подобен “ядерной зиме”. Гибель организмов была бы очень быстрой, почти мгновенной.

В составе газов, выделившихся при извержении вулканов, связанных с мантийными плюмами (например, вулкан Килауэа на о. Гавайи) в 1983 г. У. Цоллер с коллегами из Мэрилендского университета обнаружил большие концентрации иридия, сурьмы, олова и других металлов, превысившие нормальные примерно в 50 раз. Так что **аномалии иридия можно объяснить земными причинами**.

Другая привлекательная гипотеза, предложенная в 1963 г. Р. Аффеном, связана с инверсиями магнитного поля. В то время, когда оно было ну-

Таблица 2

ВОЗРАСТ МАНТИЙНЫХ ПЛЮМОВ

Район	Мантийный плюм, млн лет	Массовое вымирание, млн лет
р. Колумбия, Хамар-Дабан, Вост. Сибирь	17 ± 1 13 ± 1	14 ± 3
Афар, Йемен	35 ± 2	36 ± 2
Декан, Сев. Атлантика	64 ± 2 – 67 ± 3	65 ± 1
Мадагаскар, Плато Онтонг (Тихий океан)	88–90	91
Раймахал, Индия	110 ± 5	110 ± 3
р. Парана, Южная Америка	132 ± 3 – 137 ± 5	137 ± 7
Карру, Феррара (Африка)	182 ± 2	173 ± 3
Юж. Атлантика	200 ± 4	211 ± 8
Вост. Сибирь	248 – 254	249 ± 4
Кольский полуостров	370	374 – 367

менее 10^{14} т CO_2 и примерно столько же CH_4 (нормальное поступление из литосферы CO_2 при обычных процессах – 10^8 т/год). По данным М.И. Будыко, в современной атмосфере содержится $2,3 \times 10^{12}$ т CO_2 , а в гидросфере растворено 130×10^{12} т CO_2 . Парниковый эффект (поглощение теремого землей тепла) благодаря накоплению в атмосфере метана в 35 раз превосходит аналогичный эффект углекислого газа.

Среднее содержание углекислоты в атмосфере, согласно М.И. Будыко, – 0,03%. По оценке Э. Хоффмана, на границе перми и триаса (230 млн лет назад) концентрация CO_2 в атмосфере составляла 7,5%. Поскольку интенсивность фотосинтеза начинает падать после того, как концентрация CO_2 в атмосфере достигает нескольких процентов, очевидно, что изменения в биоте при переходе от палеозоя к мезозою были существенными.

Исследование, проведенное группой американских и европейских биологов в 1996 г. (А. Кнолл, Р. Бамбах и др.) показало, что вымирание организмов на рубеже перми и триаса было вызвано очень высоким содержанием углекислоты. Эти условия, названные “сверхбескислородными” (“superapoxia”) приводят к избыточной концентрации углекислоты в крови и живых тканях организмов и, как следствие, резкому нарушению или пол-

левым, солнечный ветер и космические лучи, достигая поверхности Земли, могли вызвать мутации и ускорить вымирание одних групп организмов и появление других. Но многие ученые, и в их числе К. Саган, отмечали неправдоподобность этой гипотезы, считая, что поверхность Земли надежно защищена атмосферой от ионизирующих лучей.

Массовое вымирание организмов в истории Земли по времени совпадало с такими процессами, как эвстатические колебания уровня мирового океана, изменение химического и изотопного состава океанической воды, климата, рельефа, инверсии магнитного поля. Однако совпадение во времени тех или иных процессов не означает существования между ними причинной связи. Удовлетворительная гипотеза должна объяснить одновременное

вымирание как морских, так и сухопутных видов в очень короткий интервал времени.

По мнению автора, общей причиной, объясняющей одновременное изменение всех перечисленных процессов, является **деятельность мантийных плюмов**.

Излияние громадных объемов лав в пределах океанического дна вызывает **подъем уровня Мирового океана** и трансгрессию. Тот же процесс в пределах суши приводит к поднятию за счет увеличения мощности земной коры (эффект **нарачивания литосферы** за счет затвердевания магматических очагов на глубине) и регрессии океана.

Деятельность мантийных плюмов приводит к изменению газового состава атмосферы. Расчеты показывают, что при излиянии 1 млн км³ лавы в атмосферу поступает не

ному прекращению обмена веществ.

Если учесть, что вулканизм, связанный с мантийными плюмами, приводит к увеличению концентрации в атмосфере не только CO_2 , но и других химических элементов, то совокупное влияние как на обитателей морских глубин, так и на сухопутную фауну и флору усиливается во много раз.

Таким образом, из всех известных природных процессов, которые могут объяснить катастрофиче-

ские изменения биосферы в геологической истории фанерозоя, т.е. за последние 540 млн лет, происходящие одновременно в водной среде и на суше, наиболее вероятно совокупность природных процессов, связанных с мантийными плюмами.

Поскольку крупные изменения в биосфере происходят за короткое время, то мы приходим к выводу, что **идеи Ж. Кювье о роли катастроф в развитии живой среды были принципиально пра-**

вильными. Именно периодически повторяющиеся катастрофы были двигателями эволюции. "Если бы не было периодически повторяющихся катастроф, мир был бы до сих пор населен трилобитами", – сказал биолог Ричард Мюллер из университета в Беркли в 1983 г. во время обсуждения причин массового вымирания организмов. Возможно, это преувеличение, но несомненно, что **катастрофы значительно ускоряли эволюцию.**

Информация

Западно-антарктическое оледенение отступает

Примерно 29 тыс. лет назад шельфовый лед Западной Антарктиды распространился в море Росса почти до острова Коулмен, а затем отступил почти на 1300 км. Если произойдет полное разрушение Западно-антарктического ледникового покрова, то его талые воды повысят уровень Мирового океана на 5-6 м. На интенсивности этого отступления, вероятно, скажется на-

блюдающееся глобальное потепление. Точно оценить степень нынешней стабильности Западно-антарктического оледенения трудно из-за неопределенности общего баланса массы ледников, а также динамичной реакции покрова на изменение климата и уровня моря.

Группа американских гляциологов, возглавляемая Х. Конуэем из Университета штата Вашингтон в Сиэтле, и сотрудники Института исследования четвертичного периода при Университете штата Мэн в Ороно, исследовали пограничный район между Западной и Восточной Антарктидой с центром около 180° в.д. и 75° ю.ш.

Результаты показали, что в наибольшей степени отступление ледника пришлось на период среднего и позднего голоцена, причем без существенного влияния как климатических изменений, так и колебаний уровня моря.

Нынешнее отступление, вероятно, представляет собой процесс, начавшийся еще в раннем голоцене. Сделан вывод, что, если Западно-антарктическое оледенение продолжит свое отступление, то даже в отсутствие дальнейшего воздействия внешних сил на достижение равновесного состояния потребуются около 10 тыс. лет.

Ари Абрамович Штернфельд

Во дворе дома в польском городке Серадзе, где 14 мая 1905 г. родился **Ари Штернфельд**, находилась ремонтная механическая мастерская. Он и пионером космонавтики стал, быть может, потому, что первые свои десять лет провел в стране таинственных механизмов. Фантазер с детских лет, А. Штернфельд решил стать навигатором космических трасс. Мечта о постройке космического корабля привела Ари из Лодзинской гимназии в Ягеллонский университет (Краков), в котором он учился в 1917-24 гг. Из Польши Ари переезжает во Францию. С 1924 г. он студент Института электротехники и прикладной механики Нансийского университета.

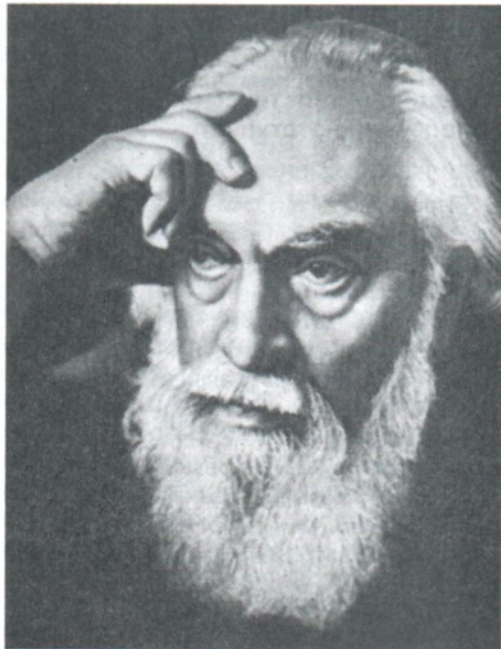
Три года (1924-27 гг.) Ари жил в Нанси, летом уезжал в Париж на заработки, а зимой замерзал под цинковой крышей убогой мансарды. Работая над дипломным проектом, он пытался решить трудную научную проблему – как придать ракете скорость, достаточную для преодоления земного притяжения.

После окончания института в июле 1927 г. инженер-механик Штернфельд с трудом устроился на завод Белланже. До 1932 г. он не один раз сменил место работы. Недолгий досуг и бессонные ночи Ари посвящает “игре с бесконечностью” – космонавтике. опережая время, он рассчитывает межпланетные траектории полетов. В 1929 г. А. Штернфельд вступает в Общество межпланетных сообщений.

С иронической улыбкой смотрели люди на мечтателя и фантазера, планирующего полеты в космос. Ари, преданный своей мечте, верил в челове-

ские возможности. С 1928 по 1930 г. Ари Абрамович работал над докторской диссертацией, но его научные руководители в Сорбонне (Париж) не одобрили столь фантастическую и, на их взгляд, неактуальную тему, как космические полеты. Другие предложенные темы Штернфельд отверг, решив все свои силы посвятить космонавтике.

В августе 1932 г. Ари Абрамович вернулся к родителям в Лодзь. Полтора года лишений – и рукопись книги **“Введение в космонавтику”** готова. Но чего это стоило! “В течение полуто-



Ари Абрамович Штернфельд (1905–1980 гг.)

ра лет я сидел по 12 часов в сутки за громадным столом, — вспоминал ученый, — и писал “Введение в космонавтику”. Наибольшее количество времени поглощали вычисления. Если в Париже к услугам Штернфельда были огромный справочный материал и счетная машина, то в Лодзи не нашлось даже порядочной библиотеки. С трудом удалось достать единственную в городе таблицу натуральных логарифмов, а простейший арифмометр каждый вечер выносил тайком из конторы один из его приятелей, бухгалтер. Ближайшим помощником А. Штернфельду была его жена — Густава Львовна Эрлих. Густава редактировала, а сестра Франка перепечатывала рукопись. 6 декабря 1933 г. А. Штернфельд докладывает о результатах своих исследований в Астрономической обсерватории Варшавского университета, но встречен был холодно. Совсем по-другому принял его научный мир Парижа, куда Ари Абрамович вернулся в конце того же года. Его доклады во Французской академии наук, как и лекция 2 мая 1934 г. в Сорбонне “Некоторые новые взгляды в астронавтике”, вызвали восторженный отклик. Авиационный журнал “Аэро” печатает научно-фантастические очерки Штернфельда, а “Лез Эль” — технические статьи (1934–35 гг.).

Доклады по проблемам астронавтики Ари Абрамович послал К.Э. Циолковскому, с которым вел дружескую переписку и обменивался книгами. В 1933 г. французский Комитет астронавтики присудил А. Штернфельду Международную награду по астронавтике — премию Эсно-Пельтри—Гирша. С этого времени его работы получили официальное признание. Свои научные концепции он пропагандировал в прессе, как и идеи пионеров космонавтики — К.Э. Циолковского, Ю.В. Кондратюка, Ф.А. Цандера. Штернфельд получал серьезные предложения научной работы на Западе, но в 1934 г. он навсегда переехал в СССР. Советское гражданство получил в 1936 г.

В 1935–37 гг. старший инженер А.А. Штернфельд разрабатывает в Реактивном научно-исследовательском инсти-

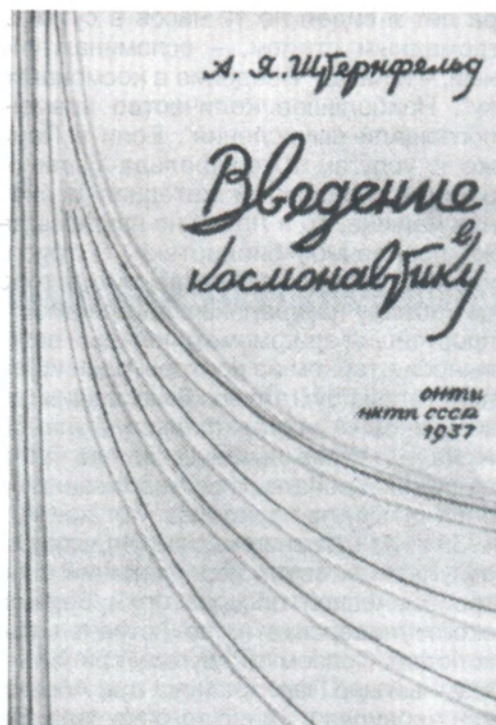
туте (Москва) крылатые ракеты и теорию ракетного полета (ракетодинамику). В 1935–36 гг. А. Штернфельд дополнил “Введение в космонавтику” новыми исследованиями. Русский перевод этой книги сделал заместитель директора Института по научной работе Георгий Эрихович Лангемак (1898–1938 гг.). Издание в Москве в 1937 г. “Введения в космонавтику” стало замечательным событием в мировой науке. “Автор подробно останавливается на проблемах ракет для исследования стратосферы и составной (многоступенчатой) ракеты. Теория последней дается в книге А. Штернфельда впервые”, — писал конструктор первой советской жидкостной ракеты М.К. Тихонравов (1900–1974 гг.) в “Вестнике инженеров и техников” (1938, № 7). В вычислениях, содержащихся во “Введении в космонавтику”, в сравнении с характеристиками орбит советских и американских ИСЗ отклонение составляет не более 1%. Такая ничтожная разница свидетельствует не только о точности расчетов, но и о научной интуиции А. Штернфельда.

Из вычисленных А. Штернфельдом траекторий полетов космических аппаратов особенно интересны те, которые сокращают продолжительность межпланетной экспедиции. Увеличение в подходящих условиях всего на несколько процентов стартовой скорости ракеты в семь раз уменьшает время полета по маршруту Земля—Венера—Земля. А. Штернфельд открыл, что в некоторые периоды путешествия между планетами невозможны. На страницах “Введения в космонавтику” рассмотрены многие важные проблемы, их решение стало возможным только в настоящее время. Например, был применен метод увеличения потолка полета ракеты способом ее предварительного сброса с высоты (“параболы невесомости”). Введенные Штернфельдом понятия “космонавтика” и “первая космическая скорость” сейчас общеприняты. А.А. Штернфельд математически обосновал применение выкладки составных ракет и их движения в атмосфере, зависимости расхода топлива, давления в камере сгорания и величины полезно-

го груза на полет ракеты, максимальной отдачи истекающих газов и их кинетической энергии. Им разработаны самые экономичные межпланетные трассы, требующие минимальной затраты топлива, и оптимальные режимы работы двигателей во время взлета ракеты.

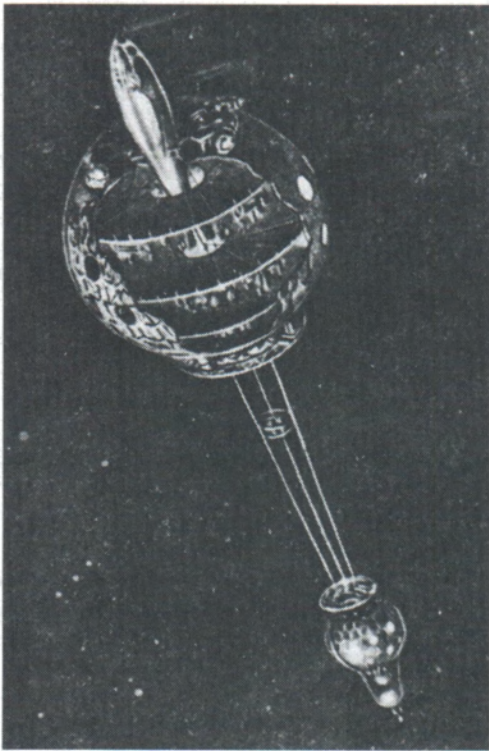
Ари Абрамовичу принадлежит учение о межпланетной световой сигнализации. Применяв теорию относительности, которую безуспешно пытался использовать французский пионер космонавтики Р. Эсно-Пельтри, он рассчитал оптимальные траектории полета к ближайшим звездам. Учтя специфику полета в атмосфере и гравитационном поле, он выявил ряд "парадоксов" космонавтики, не противоречащих законам физики. Так, энергетически выгоден горизонтальный, а не вертикальный старт ракеты, тогда она поднимется выше. Большей высоты можно достигнуть, если снизить давление в камере сгорания. А.А. Штернфельд писал: "Кривая взлета, вначале направленная почти вертикально, переходит затем почти в горизонтальную линию. При таком взлете в большей мере сокращаются потери на преодоление сопротивления воздуха и силы тяготения". Прежде мнение ученого не разделяли многие специалисты, но сейчас это общепринятый метод запуска космических летательных аппаратов. А. Штернфельд рассмотрел и медико-биологические аспекты космических экспедиций, в том числе перегрузки и жизнеобеспечение космонавтов в длительных полетах.

В 1937-38 гг. А.А. Штернфельд – консультант Центрального научно-исследовательского института машиностроения и металлообработки. В начале Великой Отечественной войны он написал заявление в военкомат, чтобы его отправили на фронт, хотел защищать свое новое Отечество, но получил отказ. В 1941-44 гг. – преподает ряд предметов в Металлургическом техни-



куме на Урале (г. Серов), в 1951-54 гг. – инженер проектно-конструкторского бюро в Москве.

В 1952 г. Ари Абрамович предложил строить станцию не из доставляемых в космос отдельных частей и элементов, а из последних ступеней ракет-носителей и использовать под жилые помещения топливные баки. Позднее такую же мысль высказал американский специалист-ракетчик К. Эрике, которого поддержал выдающийся конструктор ракетной техники В. фон Браун (1912–1977 гг.), переделавший свой проект космической станции "Скайлэб" согласно этой идее. "Мне очень нравится новая мысль, выдвинутая Штернфельдом в этой статье ("Огонек", 1952, № 12), что спутник надо строить из баков ракет, – писал один из выдающихся создателей ракетно-космической техники доктор технических наук Ю.А. Победоносцев (1907–1973 гг.), – это обстоятельство заслуживает более серьезного внимания. Сама идея высказывается в мировой науке впервые и обуславливает приоритет СССР в этом вопросе..."



Космический корабль. Иллюстрация из книги А.А. Штернфельда "Полет в мировое пространство" (М.-Л., 1949)

Пропаганда идей космонавтики Ари Абрамовича в 50-х гг. высоко оценена научной общественностью. В 1953-59 гг. он референт Института научной информации АН СССР (ВИНИТИ), сотрудничает с журналами по ракетно-космической тематике. В 1954-63 гг. – председатель Комитета по космической навигации Секции астронавтики при Центральном аэроклубе СССР.

В начале 1975 г. ректор Нансийского университета Жан Капель писал А. Штернфельду о "Введении в космонавтику": "Этот труд является синтезом большой научной значимости, пророческим в годы его первого издания и вместе с тем совершенно актуальным в настоящее время". Научно-техническая монография в столь бурно развивающейся области, переизданная почти без исправлений через 37 лет, – редчайший случай в истории науки! Автор сумел на десятилетия опередить время.

Замечательное предисловие ко второму изданию книги написал академик В.П. Глушко (1908–1989 гг.): "Счаст-

лив тот, кто нашел свое призвание, способное поглотить все его помыслы и стремления, заполнить всю его жизнь чувством радости творческого труда. Дважды счастлив тот, кто нашел свое призвание еще в отроческие годы. А.А. Штернфельду выпало это счастье. С юных лет в нем зажегся неукротимый огонь стремления к звездам..."

Элементы орбит 127 советских и американских космических аппаратов, запущенных до апреля 1965 г., сравнимы с расчетами А.А. Штернфельда. Например, средние отклонения параметров орбит КК "Восток" составляют менее 0,3%, а американских КК "Меркурий" – менее 0,7%. Таким образом, А.А. Штернфельд с большой точностью рассчитал оптимальные орбиты полетов искусственных спутников, а также АМС, отправляемых к Луне, Венере и Марсу. Во всем мире его называют первым штурманом космических трасс.

В опубликованном в 1952 г. научно-фантастическом очерке "На малой Луне" А.А. Штернфельд описал космический полет. По сюжету спутник облетает Землю 16 раз за сутки со скоростью 7752 м/с на высоте 278 км. Высота полета первых четырех советских кораблей-спутников, запущенных в 1960-61 гг., составила 278,4 км, период обращения – 16,0045 оборотов, средняя скорость полета – 7753 м/с. Ничтожное расхождение!

А. Штернфельд был не только выдающимся ученым, но и изобретателем. В 30-е гг. он разработал проект дистанционно управляемого робота-андроида (авторское свидетельство СССР № 67162 от 3 сентября 1938 г.), повторяющего движения человека. А.А. Штернфельд – обладатель двух бельгийских патентов, а три авторских свидетельства были выданы ему Народным комиссариатом обороны в 1938 г.

Расцвет творческой деятельности ученого совпал с началом космической

Благодарственная надпись космонавтов на книге А.А. Штернфельда "Искусственные спутники" (М., 1958)

эры. Он публикует свои статьи в "Докладах Академии наук СССР", выпускает книги "Полет в мировое пространство" (М., 1949), "Межпланетные полеты" (М., 1955, 1956), "Искусственные спутники" (М., 1956, 1958), "От искусственных спутников к межпланетным полетам" (М., 1957, 1959). Летчики-космонавты СССР А. Николаев и П. Попович на книге "Искусственные спутники" сделали надпись: "Большое спасибо за эту чудесную книгу, по которой мы, космонавты, учимся. 3 февраля 1962 г."

Президент АН СССР академик М.В. Келдыш писал, что работы А. Штернфельда позволили найти наиболее экономное решение энергетической проблемы космической навигации. Его труды переведены на 36 языков, изданы в 39 странах мира. В прикладную небесную механику (механику космического полета) А.А. Штернфельд сделал неоценимый вклад еще в период ее зарождения. Торжество космонавтики сегодня — и личный триумф А. Штернфельда, который свято верил в близость космической эры: "Полеты в мировое пространство только начались. И мне хочется еще многое сделать. Пусть каждый новый корабль, проникающий в космическое пространство, будет вестником мира и сердечного взаимопонимания между нациями!"

В 1962 г. А.А. Штернфельду вместе с Ю.А. Гагариным присуждена Международная премия Галабера "За личный вклад в прогресс астронавтической науки и техники".

За работы по космонавтике А.А. Штернфельду присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. Академия наук СССР присудила ему степень почетного доктора тех-

А.А. Штернфельд беседует с космонавтами А.Г. Николаевым и П.Р. Поповичем. Москва, 3 февраля 1962 г.



нических наук. Он также был доктором физико-математических наук ("honoris causa") Нансийского университета, почетным членом Академии и Общества наук Лотарингии, лауреатом международных премий по астронавтике (1933 и 1962 гг.), почетным доктором наук Национального политехнического института Лотарингии (1978 г., Франция) и почетным гражданином польского города Серадза.



Ари Абрамович Штернфельд умер 5 июля 1980 г., похоронен на Новодевичьем кладбище в Москве.

В память А.А. Штернфельда – замечательного человека, ученого и изобретателя – установлены мемориальные доски на зданиях университета г. Нанси (Франция), библиотеки в г. Реховота (Израиль). Его именем назван кратер на Луне.

В московском Политехническом музее создан мемориал Штернфельда. В

отдельном помещении там хранится бесценный архив ученого, с которым сейчас работает его старшая дочь Майя.

А.А. Штернфельд верил, что придет счастливое время и люди разных национальностей, “перековав мечи” на звездолеты, полетят в глубины Вселенной к братьям по разуму.

М.А. МИЛЬХИКЕР

НОВЫЕ КНИГИ

История научного центра космических исследований

К юбилею крупнейшей организации Российской академии наук, занимающейся разработкой программ космических исследований и аппаратуры научных спутников и АМС, выпущена красочно оформленная книга “Институт космических исследований РАН. 35 лет” (под общей редакцией академика А.А. Галеева и доктора технических наук Г.М. Тамковича, М., ИКИ РАН, 1999 г.). В книге-альбоме отражена история создания и становления Института, отмечены направления его научно-технической деятельности за 35 лет. Приведены краткие сведения о наиболее интересных экс-



периментах и проектах изучения космоса. Например, о таких крупных реализованных и перспективных программах – “Интеркосмос”, “Вега”, “Фобос”, “Гранат”, “Астрон”, “Реликт-1 и -2”, “Квант”, “Интербол”, “Спектр-Рентген-Гамма” и “Радиоастрон”.

Книга содержит 22 раздела, в которых освещена деятельность многих отделов, лабораторий, КБ космического приборостроения и служб Института. Читатель узнает о наиболее значимых работах и результатах космических исследований. Много внимания уделено творческой деятельности научных сотрудников и руководителей отделов и лабораторий Института. Книга знакомит с теоретическими изысканиями ученых ИКИ. Приведены сведения о публикациях монографий и трудов, издательской деятельности Института (например, упоминаются выпускавшиеся до 1988 г. сборники “Освоение космического пространства в СССР”).

Завершают юбилейное издание уникальные фотографии о деятельности Института. Книга привлечет внимание интересующихся историей научных исследований космоса.

Малой планете присвоено имя российского астронома



Международный астрономический союз (МАС) решением Комитета по наименованию малых тел Солнечной системы от 24 января 2000 г. присвоил малой планете № 7002 (предварительное обозначение 1971 OV) имя “Бронштэн” (BRONSHTEN) в честь российского астронома **Виталия Александровича Бронштэна**.

В.А. Бронштэн – московский астроном, специалист в области физики метеорных явлений, метеорной астрономии, некоторых вопросов физики атмосферы (природа серебристых облаков), а также физики планет. За последние 15 лет им выполнен ряд исследований в области истории астрономии (книги “Клавдий Птолемей”, “Михаил Анатольевич Вильев” и ряд статей в журналах,

включая “Землю и Вселенную”). В постановлении МАС отмечена и его роль в организации любительской астрономии в бывшем СССР.

Имя В.А. Бронштэна присуждено малой планете по представлению Комиссии по планетологии РФ, Комитета по метеоритам РАН (членом которого В.А. Бронштэн состоит с 1982 г.) и Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга.

Малая планета № 7002, открытая 26 июля 1971 г. Николаем Степановичем Черных на Крымской астрофизической обсерватории, почти 30 лет оставалась безымянной. Ее среднее расстояние от Солнца – 2,358 а.е. (352,7 млн км), период обращения – 3,62 г. Средний диаметр планеты – около 4 км, масса – $8 \cdot 10^{10}$ (если принять среднюю плотность 3 г/см³). Сила тяжести на планете Бронштэн почти в 6000 раз меньше, чем на Земле.

Очередное сближение малой планеты № 7002 с Землей произойдет 31 августа 2000 г., когда она будет находиться в созвездии Водолея вблизи созвездия Рыб. Ее минимальное расстояние от Земли составит 0,56 а.е., от Солнца – 1,57 а.е. Максимальный блеск в противостоянии – 14,9^m.

Редколлегия, редакция и читатели “Земли и Вселенной” сердечно поздравляют Виталия Александровича – одного из создателей нашего журнала, рецензента многих статей и постоянного автора, желают ему здоровья и новых творческих успехов.

*О.Н. КОРОТЦЕВ,
Е.П. ЛЕВИТАН*

Джордано Бруно и современность

Имя Джордано Бруно – одно из немногих, начертанных на знаменах земной цивилизации. Его идеи стали значительным вкладом в развитие наших представлений о Вселенной, в развитие астрономической картины мира, в осмысление места и роли собственной (и возможных других!) цивилизации – общества разумных существ – во Вселенной.

Яркая и трагическая судьба Бруно стала явлением не только истории и эволюции Астрономии, шире – Науки, еще шире – Философии и Мировоззрения, но и Культуры Человечества в целом. По глубине мысли, провидческой силе ее, да и по самому стилю мышления Бруно оказался близок к таким удивительным взлетам мысли, какие были характерны разве что для мыслителей древней Индии.

В эпоху Бруно цивилизации Европейско-Средиземноморского региона (в котором вспыхнули и звезда, и костер Бруно), Дальневосточного, Юж-



Фрагмент памятника Джордано Бруно на площади Цветов в Риме

но-Азиатского и тем более Американского были духовно независимы. Но последующие века привели к значительному взаимопроникновению и слиянию их, при исторически реализовавшемся доминировании теоретического, прикладного и технологического стиля Европы. Вклад Бруно в золотой фонд общечелове-

Кто дух зажег, кто дал мне
 легкость крылий?
Кто устранил страх смерти или рока?
Кто цепь разбил, кто распахнул
 широко
Врата, что лишь немногие открыли?

Века ль, года, недели, дни ль, часы ли
(Твое оружие, время!) – их потока
Алмаз, ни сталь не сдержат, но
 жестокой
Отныне их я не подвластен силе.

Отсюда ввысь стремлюсь я, полон
 веры,
Кристалл небес мне не преграда боле,
Но, вскрывши их, подъёмность в
 бесконечность.

И между тем как все в другие сферы
Я проникаю сквозь эфира поле,
Внизу – другим – я оставляю
Млечность.

ДЖОРДАНО БРУНО
сонет, предвещающий его сочинение
"О бесконечности, Вселенной и
мирах". (1584)

ской цивилизации оказался включенным в интеллектуальный “банк идей” всех других регионов, от полуполюгендарной (в эпоху Бруно) Японии до наследников уничтожавшихся в его дни цивилизаций Центральной Америки; от таинственных джунглей Черной Африки со следами по сию пору загадочных культур до

неизвестной тогда Австралии, везде он был органично воспринят.

Влияние идей Бруно на развитие цивилизации и на современность стало предметом обсуждения на состоявшейся в феврале 2000 г. конференции в Государственном астрономическом институте им. П.К. Штернберга.

Конференцию открыл член-корреспондент РАН А.М. Черепашук. Он подчеркнул значение идей Бруно для современной астрономии, науки, цивилизации, актуальность ряда его идей и его героического морально-этического образа в сложных, переломных условиях современной эпохи, особенно у нас, в России.

С приветствием от Научно-культурного центра SETI выступил его руководитель Л.М. Гиндилис. Естественно, он в первую очередь обратился к теме “других миров”, других, говоря современным языком, космических цивилизаций у Бруно. Ведь именно Бруно возродил, оживил и придал мощный импульс этой старой идее древнегреческих мыслителей. В наши дни проблематика SETI – поиск других цивилизаций во Вселенной – находится не в самом благоприятном положении. Тем важнее на фоне определенного разброда мнений и разочарования в первоначальных надеждах на быстрый результат вернуться к основополагающим мыслям и идеям Великого Ноланца.

С обстоятельным док-

ладом “**Космос Дж. Бруно и современная культура**” выступил В.В. Казютинский (Институт философии РАН). Он отметил, что роль Бруно в истории культуры остается недооцененной, хотя многие философские идеи Бруно нашли воплощение в науке. Это тезис о бесконечном множестве миров, которые в современной инфляционной космологии выступают как “множество вселенных”, или идея существования еще не открытых планет в Солнечной системе, а также других планетных систем, которые нашли блестящие подтверждения; идея множественности космических цивилизаций. Бруно развивал принципы бесконечности и единообразия (т.е. однородности) Вселенной, связи микромира и Мегамира. Образ Космоса Бруно предвосхищал многие черты современной картины Вселенной. Но некоторые современные представления о личности и философии Бруно, пройдя сквозь “фильтры” культуры, мало напоминают то, что было на самом деле. Так, поводом для сожжения Бруно, по мнению докладчика, лишь в малой степени стало его учение о множественности миров. Главную роль сыграла критика ученым основ католической религии.

Ярким контрастом строго академическому и даже чуть суховатому выступлению философа прозвучали слова А.М. Микиши (ИНАСАН) в док-

ладе “**Объяснение в любви Джордано Бруно**”... Великий мыслитель вызывает не только глубокое уважение масштабом своих интеллектуальных достижений, но и неподдельное чувство восхищения им как поразительно отважной и бескомпромиссной, цельной и благородной личностью.

Далее следовали доклады по общей теме “Дж. Бруно и научная революция XVI–XVII вв.”. Ю.Л. Менцин (ГАИШ) в докладе “**Наука и политика в процессах Дж. Бруно и Г. Галилея**” придерживался озвученной в последние годы на Западе скептической оценки отваги и бескомпромиссности Бруно, резкости его суждений, в частности об основных догматах христианской религии. По мнению докладчика, если бы Бруно и подобные ему герои и мученики науки вели себя тише и “умереннее”, “не лезли на рожон”, не вызывали на себя “ответный огонь” официальной, господствующей церкви, то им было бы много спокойнее жить. Да и умирать... Говоря, что Бруно “казнила не инквизиция – она передала его светской власти”, Ю.Л. Менцин, пожалуй, оказался “папистее” самого папы Иоанна-Павла II, который недавно принес публичное покаяние за дела святой инквизиции. Между тем стандартная формулировка инквизиции – “передать в руки светской власти для милосердного, без пролития

крови... и т.д.” была ранним вариантом сталинской формулы “10 лет без права переписки”...

Позиция эта (“не надо было высовываться и все было бы в порядке”), безусловно, правильная... и справедливая не только в обсуждении проблем устройства Вселенной и смежных, но и в науке вообще, да и в других сферах человеческой жизни! “Не высовывайся” – и ты проживешь тихо и спокойно отмеренный тебе срок, достигнув куда больших благ, почестей и академических отличий, чем ниспровергатели догм, бунтари и революционеры – единственные в науке носители – открыватели! – принципиально нового. Если, конечно, тебе еще достаточно повезет, и ты не попадешь в такое “пространство-время”, где, например, по “алгоритму” крестоносцев (“убивай всех, Господь своих отличит”) истребляют альбигойскую ересь; или легионами жгут ведьм; или “радикально решают” армянский или еврейский “вопрос”; или же загоняют каждого десятого жителя страны в расстрельные ежовские подвалы и в концлагеря Гулага...

Но, к счастью для Науки, да и для всей нашей цивилизации Свежая и Смелая Мысль, как и носители ее в человечестве, неистребимы. Поэтому и движется земная цивилизация через катастрофы и войны, через костры святой инквизиции и Отделы науки ЦК – вперед и выше! *“Дела обычные и легкие –*

для толпы обыкновенных людей; люди же редкостные, героические и божественные идут на трудности, чтобы необходимость вынуждена была отступить”, – писал Бруно. Лучшее не скажешь...

Глубокий анализ труднейшей темы **“Этика Дж. Бруно”** предложила Л.М. Брагина (МГУ), а В.С. Кирсанов (ИИЕиТ РАН) осветил проблему **“Дж. Бруно и итальянская натурфилософия”**. Неожиданные аспекты были затронуты в докладе **“Бруно, Шекспир и этика науки”** Ю.А. Абрамова из МВТУ. (Автор – экономист, но старый “кружковец” планетария, победитель ряда астрономических олимпиад). Он сообщил, что сохранились свидетельства о встрече Великого Ноланца с Великим Британцем – Вильямом Шекспиром.

В докладе А.И. Еремеевой (ГАИШ) с несколько парадоксально звучащим названием **“Дж. Бруно – коперниканец, разрушивший гелиоцентризм”** именно это и обосновывалось... В смысле характера модели мира (“конечная Вселенная”) Коперник оставался еще аристотелианцем... Его Вселенная, как и у геоцентристов, была единственной, ограниченной “сферой звезд”, и его гелиоцентризм имел абсолютный смысл, т.е. представлял собой полную картину мира.

Именно Бруно “взломал” эту оболочку и увидел за нею, следуя Николаю Кузанскому, безграничное и бесконечное пространство, заполненное другими

(более или менее подобными солнечной) “вселенными”... Свой “гигантский шаг всего человечества” (Н. Армстронг о первом маленьком шаге по Луне) Бруно ярко описал в сонете, предпосланном его великому труду “О бесконечности, Вселенной и мирах”:

*“...Отсюда ввысь стремлюсь я,
полон веры,
Кристалл небес мне не преграда
боле,
Но, вскрывши их, подъямлюсь
в бесконечность...”*

Эту же тему, но с другими акцентами и в круге несколько иных, “более философских”, подходов и идей рассматривал А.Н. Павленко (Институт философии РАН) в докладе **“Дж. Бруно и развитие коперниканского учения”**. Автор подчеркнул, что в Средние века идея бесконечности Вселенной возникала у философов неоднократно еще до Николая Кузанского и Дж. Бруно, и даже бесконечность миров обсуждалась еще в XII в. высокообразованным английским монахом Ричардом Миддлтаунским. (Вспомним, что еще в III в. эти идеи защищал философ-богослов Ориген.) Касаясь новейшей проблематики и последних идей и концепций бесконечности Вселенной, докладчик отметил, что католическая церковь (традиционно небезразличная к картине мира) уже с неудовольствием отреагировала на теорию А.Д. Линде!.. Ведь его построение (множественность “вселенных”) восста-

навливают в правах идею вечности и бесконечности Вселенной. Между тем католическая церковь весьма благосклонно взирала на модель Вселенной, расширяющейся “из точки”, из “первоатома”, – тем более из “атома-отца”... Этот вариант космологии чуть ли не официально благословил папа Пий XII в 1952 г. как “соответствующий”...

Еще один цикл докладов охватывал тему “Дж. Бруно и современная астрономия”. В кратком выступлении “**Астрономические предвидения Дж. Бруно**” А.И. Еремеева напомнила о таких чисто астрономических предвидениях Бруно, как открытие собственных движений звезд, кратных звездных систем, обмена космическим веществом и т.д. Возражая некоторым докладчикам, она отметила, что Бруно хорошо знал, понимал и по достоинству (но не выше!..) оценивал весьма формализованные и до предела математизированные построения и теории предшествующих эпох, вплоть до этой стороны теории Коперника. Но он понимал и (в отношении Коперника) вполне четко отмечал ограниченность формально математического подхода. На этот счет он относил и то, что Коперник, “зная математику глубже, чем природу”, не вышел за рамки гелиоцентризма, обреченные на слом им самим.

Член-корреспондент РАН А.А. Старобинский в докладе “**От бесконечности обитаемых миров Дж. Бруно к бесконечно-**

сти числа вселенных в современной космологии” блестяще изложил быстро укрепляющуюся концепцию “хаотического раздувания Вселенной”. Она снимает целый ряд ранее непреодолимых трудностей классической релятивистской космологии. В ней вновь вырисовывается захватывающая, головокружительная картина бесконечного числа рождающихся и бурно эволюционирующих “частных” (вроде “нашей”) и разных вселенных в бесконечности пространства и времени “Большой Вселенной” (Мета-Вселенная)... Говоря о порождаемых физическим вакуумом флуктуациях, вырастающих в бесчисленные “вселенные”, докладчик, один из пионеров концепции “раздувания”, подчеркнул, что Мета-Вселенная с такими свойствами неизбежно оказывается фрактальной (Земля и Вселенная, 1997, № 6) по своей структуре и “вечно молодой” (по выражению А.Д. Линде). Впрочем, справедливо будет отметить, что термодинамические свойства такой, неохватной для современной физики системы, еще не изучены. В паре постерных докладов их затрагивал Н.Е. Курочкин (ГАИШ).

Академик Н.С. Кардашёв (АКЦ ФИАН) в докладе “**Исследование сверхмассивных черных дыр**” отметил, что ныне неплохо изучены, на феноменологическом уровне, структура, физические свойства и поведение материи в окрестностях такой черной дыры. Вырисовывается впечат-

ляющая картина мощного аккреционного диска и других окружающих черную дыру вещественных структур; связанного с ними сверхсильного магнитного поля, канализирующего (совместно с аккреционным диском и другими образованиями) грандиозные релятивистские выбросы материи по оси вращения черной дыры; захватывающие детали этой “центральной машины” квазаров и т.п. И все же, даже довольно подробно рассмотрев энергетическое сердце квазара, мы не понимаем толком, как он работает... (Добавлю: а может, на “релятивистском уровне” это и невозможно? Если мы никак не можем понять и объяснить механизм и сам физический смысл, природу такого феномена, как гигантские “выбросы” – джеты, известные со времени открытия первого из них В. Слайфером в 1918 г. в галактике M87, то не следует ли признать, что явления эти, возможно, не укладываются в рамки известных фундаментальных законов физики? Но, согласно теореме Героча, авторитетного специалиста по релятивистской физике и космологии, “наблюдаемые явления, противоречащие известным физическим законам, есть проявление неизвестных законов”. Похоже, надежду на понимание “гигантских черных дыр” и связанных с ними явлений придется отложить до создания “единой квантово-гравитационной теории материи”...).

Именно эти соображе-

ния высказаны в докладе **«Тепловая смерть Вселенной: к истории и “перспективам” концепции»** Ф.А. Цицина (ГАИШ). Автор предположил, что пресловутая “тепловая смерть” (необратимое возрастание энтропии замкнутой системы до вселенского масштаба) может быть преодолена, например, в сжимающейся Вселенной (единичной “флуктуационной вселенной” А.Д. Линде) при сжатии материи до квантово-гравитационной, “планковской” плотности. При этом объем системы уменьшается, возможно до единичной (!) квантовой ячейки. А в ней флуктуация какого-либо параметра, в том числе и энтропии, сравнивается с самим значением его, и накопленная за космологический цикл энтропия может в таких мегафлуктуациях “зануляться”. Картина Большой Вселенной, состоящей из таких единичных “элементарных ячеек” на уровне физического вакуума, представляется как сплошное море мегафлуктуаций. Второе Начало термодинамики с якобы диктуемой им тенденцией к тепловой смерти в такой системе “не работает”, и вывод о тепловой смерти Вселенной лишается основания. Это на современном физическом уровне конкретизировало бы картину флуктуационной вселенной Больцмана, в трактовке Я.П. Терлецкого 50-х гг.

Л.В. Ксанфомалити (ИКИ РАН) в докладе **“Изменение представлений о Солнечной системе и**

жизни на других планетах” осветил современное состояние проблемы численности и характера планетных систем, открываемых в последние годы у ряда “соседних” звезд. Характерным свойством их оказалось существование близких к своей звезде массивных газовых планет, “горячих Юпитеров”, к тому же в ряде случаев с эксцентричными орбитами. Все это не слишком обнадеживает, когда речь идет о возможности появления в таких системах благоприятных для жизни планет.

При обсуждении доклада автор этих строк напомнил, что Бруно допускал **“вещественный обмен”** разных “миров”. В этой связи, ссылаясь на недавнее открытие метеорных частиц “галактического” происхождения, я высказал предположение о наличии в земных “запасниках” (в природе и музеях!) **метеоритов** из планетных систем **других звезд**.

Следующий цикл докладов – **“Дж. Бруно и проблема поиска внеземных цивилизаций”**. Началось ее освещение с обстоятельного обзора Л.М. Гиндилиса **“SETI: век двадцатый”**.

Ю.Н. Ефремов (ГАИШ) выступил с докладом **“Внеземной интеллект и Высший Разум”**, где он представил аудитории свои (совместно с В.А. Лефевром) интересные суждения об удивительной аналогии математического формализма, описывающего внутренние свойства черной дыры, и “рефлексирующие

го” Разума. Концепция высокоразвитых космических цивилизаций, согласно мысли докладчика, позволяет ввести факторы космологической эволюции масштаба креационизма, – скажем, космологически активный Высший Разум, – не обращаясь к разоружающей творческий ум естествоиспытателя идее Бога (Земля и Вселенная, 2000, № 5).

М.Ю. Тимофеев (АКЦ ФИАН) в докладе **“Николай Кузанский – предшественник Дж. Бруно: философия и проблемы внеземных цивилизаций”** дерзнул затронуть внешне ясную, но на деле весьма нетривиальную тему связи идей Кузанца и Ноланца.

В заочном докладе В.Г. Тейфеля (АФИ им. Фесенкова, Алма-Ата) **“Дж. Бруно и современная астробиология”** уточняются стандартные, по мнению автора, далекие от реальности представления о работах, эволюции и судьбе идей “школы астробиологии” Г.А. Тихова. Освещается и современная ситуация в ряде разделов астрономической проблематики, восходящих к идеям и результатам этой школы. Они вполне актуальны на рубеже второго и третьего тысячелетий.

“Язык радиовещания для внеземных цивилизаций” рассматривался в докладе А.Л. Зайцева (ИРЭ РАН). А еще один доклад Л.М. Гиндилиса **“Множественность обитаемых миров: наука и религия”** был посвящен в основном прошлому проблемы SETI в контексте

всей истории культуры. Автор, в частности, убедительно показал, насколько неправомерно увязывать в принципе представление об уникальности земного разума и цивилизации с позицией церкви, а представление о множественности миров – с атеистическим подходом. И прежде, и в наше время подобная “корреляция” мировоззрения и представлений о распространённости жизни и разума во Вселенной отсутствует.

Наконец, обсуждалась проблема “Дж. Бруно и современная культура”. В докладе Ф.А. Цицина “**Мегапультации астрономической картины мира в истории культуры**” автор обращал внимание на квази-циклические колебания в господствующих вариантах астрономической картины мира от конечных к бесконечным моделям Вселенной. Представлена математическая модель “научной революции” (по А.И. Еремеевой) как радикальной смены системы неограниченных экстраполяций в науке – от “твёрдого знания” через “сомнительные сведения” к бесконечно достраиваемой астрономической картине мира. В этой связи высказано мнение, что, например, понятие “чёрная дыра” как объект, необъяснимый в своих “фундаментальных глубинах” в рамках нашей фундаментальной физики, может оказаться “чёрной дырой” не более, чем “атом” – “неделимым”... В таком случае

“энергетическая машина квазаров” объяснялась бы. скажем, эффектом “зрелищивистского” (квантово-гравитационного) антиколлапса материи из центральной планковской сингулярности “чёрной дыры”. Здесь видится и возможность объяснения загадочных гамма-всплесков.

С.А. Язев (Институт солнечно-земной физики СО РАН) представил интересный доклад “**Астрономическая картина мира Дж. Бруно и современная масскультура**”. Он нарисовал крайне огорчительную, но весьма достоверную картину массовой астрономической неграмотности школьников, студентов, творческой интеллигенции в регионах от Иркутской области до... Новой Зеландии (анкетирование в последней проведено автором доклада в соавторстве с побывавшим там коллегой). Параллельно констатируется чудовищное распространение низкопробнейших девиаций в познавательной сфере, начиная с общеизвестного засилья “бизнес-астрологии” как науки “вместо” астрономии...

Любопытную информацию о восприятии образа Бруно российской культурной средой начала XIX в. дал Д.А. Баяк (ИИЕ-ИТ РАН) в докладе “**Князь Вл.Ф. Одоевский и его неоконченный роман о Дж. Бруно**”.

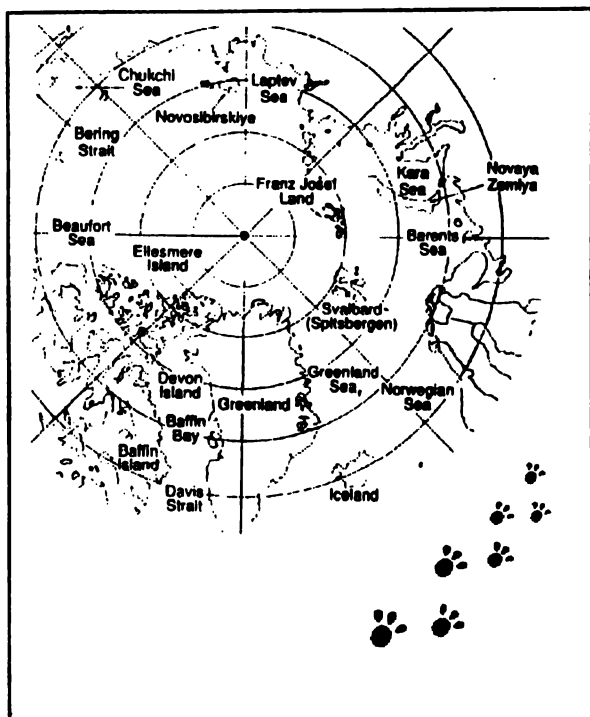
Оптимистическим заключительным аккордом конференции прозвучал доклад Л.Н. Филипповой

“**Школа “Орленка” и SETI**”. Она свидетельствовала о незатухающем, вопреки всем “объективным трудностям”, интересе к проблеме SETI и астрономии у поколения XXI в. – нынешних школьников!

В конференции приняли участие представители астрономии, космологии, исторических и философских наук, специалисты по космической технике, преподаватели и другие деятели просвещения (работники планетариев, руководители детских и юношеских астрономических кружков) из Москвы, Нижнего Новгорода, Ульяновска, Брянска, Иркутска и других городов. Представлены 17 организаций (университеты, НИИ, издательства, общественные объединения). Заслушано более 30 докладов, не считая выступлений на заключительном “круглом столе” (“**Статус науки в эпоху Бруно и в современном обществе**”). Участники конференции обратились к властям г. Москвы с предложением назвать именем Дж. Бруно площадь на перекрестке рядом с территорией ГАИШ, близ улицы Коперника. Материалы конференции предполагается опубликовать в виде отдельного сборника.

Ф.А. ЦИЦИН,
кандидат физико-математических наук
Государственный
астрономический институт им.
П.К. Штернберга

Исследования окружающей среды в Арктике



*Чужих меж нами нет.
Мы все друг другу братья
Под вишнями в цвету.*

Басё, японский поэт,
живший 600 лет назад

На северной окраине Токио Итабаси-ку (ку — значит "район"), в современном здании из стекла и бетона расположился Национальный институт полярных исследований Японии (National Institute of Polar Research, NIPR). Здесь проходил 2-й **Международный симпозиум по исследованию окружающей среды в Аркти-**

ке, организованный NIPR и Комитетом научного управления станцией Ню-Олесунн на архипелаге Свальбард (Шпицберген). На симпозиум по проблемам Арктики в далекую от нее Японию прибыло около 70 иностранных участников со всего мира, включая Россию. Естественно, большинство аудитории — хо-

зяева встречи, ученые Японии.

Национальный институт полярных исследований возник в период проведения в 1957-59 гг. Международного геофизического года (Земля и Вселенная, 2000, № 1). Япония тогда основала свою научную станцию в Антарктиде — Сёва. Начиная с 1991 г., японцы в содружестве с

Норвегией ведут в Арктике геофизические наблюдения на станции Нью-Олесунн (Ny-Olesund), у северного края о-ва Западный Шпицберген, в 900 км от Северного полюса. Пятый научный семинар по результатам наблюдений на станции прошел в рамках симпозиума.

Чрезвычайно насыщенная программа едва уложилась в отведенные три дня. Основные направления арктических исследований – изучение атмосферных, гляциологических, морских и наземных сред в Северной полярной области – были представлены на сессиях устными и стендовыми докладами.

Профессор Я. Фудзи, открывший симпозиум, рассказал об истории и деятельности Научного центра по проблемам Арктики (фактически подразделения NIPR). На станции Нью-Олесунн полярники Японии организовали наземные наблюдения за изменением газового состава, аэрозоля и водяного пара в атмосфере, сосредоточившись на процессах **переноса газов в тропосфере и стратосфере**, на изучении микрофизической структуры облаков. В 1998 г. проведены уникальные атмосферные исследования как внутри, так и во внешней части **вихревого потока воздуха**, распространяющегося от Японских островов до Северного полюса. В ходе океанографических наблюдений предстоит выяснить экологическую роль крупной полыньи в Гренландском море, служащей стоком

углерода благодаря растворению в воде CO_2 в больших количествах. Регулярно проводятся эксперименты по изучению природы полярного сияния, электромагнитных и атмосферных феноменов Арктики. В сотрудничестве с Россией и Канадой Япония участвует в проектах глубокого бурения ледниковых покровов, цель которых – изучение палеоклимата и истории загрязнения нашей планеты.

Профессор Г. Веллер из Университета Аляски (Фербенкс, США), крупнейший специалист в области арктической климатологии, остановился на проблемах перемен в глобальном климате Арктики. Он согласен с тем, что климатическое моделирование указывает на усиление парникового эффекта в высоких широтах, но, несмотря на это, **направленность (тренд) изменения климата** в этой области **неоднородна**. Единой тенденции, считает он, нет: где-то отмечается похолодание, где-то потепление. Климатические изменения в высоких широтах, как будущие, так и прошлые, всегда были важнейшей темой исследований, проливающих свет на развитие климата и в других регионах. Анализ кернов льда небольших ледниковых шапок на арктических островах позволил канадскому гляциологу Рою Кёрнеру высказать в своем докладе ряд новых положений о климате голоцена.

В частности, он сделал вывод, что **максимум по-**

тепления в Арктике приходился на самое начало голоценового периода (8,2 тыс. лет назад). С тех пор климат долго оставался устойчиво прохладным. Современные арктические ледники стали заметно отступать всего 100-200 лет назад.

Р. Кёрнер полагает, что причиной резкой смены теплых и холодных климатических фаз в Арктическом регионе в будущем может стать **взаимодействие между атлантическим циркуляционным течением и талыми водами** (ледниковых щитов). Когда на критическом пороге этого взаимодействия циркуляционное течение прекращается, воды Гольфстрима перестают доставлять тепло в акваторию Северной Атлантики, сравнимую размерами с континентом, что и вызывает заметное похолодание. Нечто похожее произошло во время последнего ледникового максимума 12,7–11,5 тыс. лет назад. Затем резко потеплело, и эта смена климата сопровождалась внезапным выбросом воды гляциальных озер с южных окраин деградирующего Лаврентийского щита в Северной Америке (Земля и Вселенная, 1999, № 1). Ослабление Гольфстрима, по мнению Р. Кёрнера, может вызвать в недалеком будущем некоторое похолодание в Европе вопреки предполагаемому потеплению.

Доклады, посвященные океанологическим и атмосферным исследованиям в

Арктике, составили две отдельные сессии. Представлены результаты совместного проекта Японии и Канады в рамках программы NWE (North Water Ecosystem). Объект исследования – **крупные полыньи** в Ледовитом океане (в английском языке используется именно русское – “polynya”) среди дрейфующих льдов. Открытая вода в полынье поглощает углерод, и это способствует развитию в ее поверхностных слоях планктона; так возрастает биологическая продуктивность в северных водах. П. Вассман (Норвегия) рассказал о новых, современных средствах наблюдений за поступлением углерода в атмосферу, применяемых в Северном море.

Индикаторы изменений в экосистеме Баренцева моря – гидрохимические параметры, плотность воды, распространение морских льдов – сопоставлены с вариациями количества креветок и различных типов рыб в докладе О. Титова, гидрохимика из Полярного института рыбного хозяйства и океанографии имени Н.Н. Книповича (Мурманск). Сравнение рядов наблюдений за последние 40 лет позволило установить **долгопериодическую цикличность Баренцевоморской экосистемы**. Экологические процессы в ней похожи на естественное накопление пищевых ресурсов (эвтрофикацию) во время ослабленной стратификации моря: накапливается органика, в результате возрастает биомасса планктона и

рыб с коротким периодом жизни. При поступлении атлантических вод в Баренцево море нарушаются циклы гидрохимических и океанологических показателей, увеличивается растворимость кислорода и растет поголовье долгоживущих рыб, таких как треска и сельдь. В выступлении другого российского участника – океанолога И. Мельникова (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН) представлены итоги наблюдений за развитием жизни в морских льдах и на контакте льда с водой. Автор участвовал в дрейфующих экспедициях “Северный полюс” как в российской, так и в канадской Арктике. В слое *вода–лед* выявлены два основных потока. Органика из воды поступает в толщу льда, где перерабатывается микроводорослями в процессе фотосинтеза в летний период. Происходит **накопление энергии** для организмов всей сети питания арктической экосистемы. В результате фотосинтеза органика зимой выносится из льда в воду. Исследования в море Бофорта показали, что экосистема поверхностного морского слоя меняется из-за потепления климата и таяния морских льдов: диатомовых водорослей за последние 20 лет стало меньше, зеленых водорослей, живущих в пресной среде, – больше, концентрация хлорофилла и питательных веществ снизилась.

Среди докладов об атмосферных исследованиях – сообщения о новых

наблюдениях за **параметрами воздушной оболочки** в Арктике, проведенных на высокоточном наземном оборудовании и с помощью геофизических ракет и воздушных шаров-зондов. Так изучают высокие слои атмосферы, колебания магнитного поля, северные сияния, перенос воздуха и отдельных газов, в том числе CO₂, аэрозоли.

Проблема **мониторинга аэрозолей**, оказывающих определенное влияние на климат, в воздухе Арктики сейчас очень актуальна. Полярные стратосферные облака зимой – типичный источник мелких частиц. Ученые из немецкого института Альфреда Вегенера регулярно определяют **потери озона** в результате хлорной активации при образовании холодных стратосферных облаков. В особенно холодные зимы увеличивается содержание аэрозоля, что приводит к истощению озонового слоя. В 1991-95 гг. и 1997 г. в Арктике было холоднее обычного, поэтому и потери озона оказались значительными.

Размеры и концентрация аэрозольных частиц в типичной для высоких широт **арктической дымке** измеряются японскими учеными на **станции Нью-Олесунн** с помощью воздушных шаров и самолетов. Электронные микроскопы помогают определить химический состав аэрозоля в Арктике, в основном состоящего из частиц серной кислоты и ее солей. На этой же

станции международная группа ученых из Германии, США и Японии исследует роль аэрозоля в разогреве атмосферы и его воздействие на климат. Для моделирования процесса необходимо знать вертикальное и горизонтальное распределение аэрозольных частиц во времени. В моделях учитывается важный параметр – **глубина оптической плотности атмосферы**, изменяющаяся по сезонам: максимум – зимой, минимум – летом. Весной 2000 г. предстоят интенсивные наблюдения арктической дымки с самолета в рамках стартовавшего проекта ASTAR-2000 (Arctic Study of Tropospheric Aerosol and Radiation).

Водяной пар как один из парниковых газов также служит важным индикатором возможных изменений климата, но точно измерить его количество все еще не удается. На симпозиуме была продемонстрирована новая методика определения водяных паров с помощью глобальной позиционной системы (Global Positional System, GPS). Ее авторы – испанский ученый А. Риус и его коллеги из Барселоны – принимали сигналы GPS, передаваемые плеядой спутников. Они измерили суммарное количество паров в воздухе с точностью до 1 мм³. Эти данные используются в различных моделях развития климата.

Т. Фукасава и группа японских ученых из уни-

верситета Хоккайдо совместно с российскими коллегами из Якутского института мерзотоведения рассказали о степени **загрязнения окружающей среды в сибирской Арктике** по данным трех городов – Тикси, Якутска и Норильска. Концентрация аэрозоля в 1993-94 гг. над этими городами составляла от 0,06 до 0,3 мг/м³ для простого углерода, от 0,55 до 1,5 мг/м³ для органического углерода, от 0,09 до 1,6 мг/м³

для иона SO₄⁻². Зимой отмечался максимум, летом – минимум. Содержание в воздухе тяжелых металлов, таких как свинец, медь, никель и ванадий, тоже увеличивается зимой. Токсичные элементы проникают в почвенные слои вокруг промышленных центров, в стволы и листья деревьев, поглощаются мхами и лишайниками. Животные передают вредные компоненты далее по трофической цепи.

Гляциологи посвятили ряд докладов **анализу кернов ледниковых покровов** в Арктике. В частности, на материале этого анализа высказаны суждения о палеоклимате Канадского Арктического архипелага, Гренландии, Свальбарда, Северной Земли. Содержание микроэлементов в кернах дает также представление об истории загрязнения атмосферы с начала промышленного производства. В докладах Ю. Кононова, М. Ананичевой, Н. Давидович,

П. Холмунда и др. речь шла о **гляциоклиматологическом моделировании**, цель которого – оценить реакцию ледников на изменения климата.

Обычно используются климатические модели, основанные на законах циркуляции атмосферы, и палеоклиматические сценарии (ситуации потеплений в прошлом переносятся на будущее). В докладе автора этой статьи расчет изменения основных гляциологических характеристик – высоты границы питания ледника и его площади на некоторых арктических островах сделан по сценариям двух межледниковий – голоценового (6-7 тыс. лет назад) и микулинского (120 тыс. лет назад). Результаты показали, что многие ледниковые покровы в Арктике во время голоценового оптимума сохранялись, лишь сокращаясь в размерах. В микулинский межстадиал, когда средняя глобальная температура была выше современной на 4-5°C, арктические ледниковые щиты полностью исчезли.

Богатство тематики – отличительная черта прошедшего научного форума в Токио, прекрасно организованного японскими учеными. Хотя живут они в южной стране, но активно участвуют в международных исследованиях полярных областей Земли.

*М.Д. АНАНИЧЕВА,
кандидат географических наук*

Институт географии РАН

SETI в России: последнее десятилетие XX века

Л.М. ГИНДИЛИС,
кандидат физико-математических наук
Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга

В 1965 г., в первом номере журнала “Земля и Вселенная”, была опубликована статья “О возможности связи с внеземными цивилизациями”. Наш журнал регулярно информировал читателей о развитии исследований в этой области. А что делается сегодня, сохранилось ли SETI в России на фоне общего упадка науки в нашей стране? Об этом говорится в статье автора нашей первой публикации, руководителя Научно-культурного центра SETI, заместителя председателя секции “Поиски внеземных цивилизаций” Научного совета по астрономии РАН Л.М. Гиндилиса.

НАЧНЕМ С ИСТОРИИ

Трудно сказать, когда в России возник интерес к проблеме существования разумной жизни во Вселенной. Можно только предполагать, что он развивался в общем русле европейской научной и философской мысли. Однако уже конец XIX в. был отмечен очень важным, хотя и мало известным вкладом России в эту область. В 1876 г. в Гельсингфорсе (Хельсинки) вышла книга российского ученого финского происхождения Э. Неовиуса “Величайшая задача нашего времени”. В ней впервые в европейской

науке была четко сформулирована задача установления связи с внеземными цивилизациями как строго научная проблема. Неовиус предложил совершенно конкретный и реальный проект связи с обитателями планет Солнечной системы с помощью световых сигналов. Он не только показал техническую возможность осуществления такой связи, но и рассмотрел семантические проблемы контакта. Неовиус построил язык для космической связи на принципах математической логики, опередив в этом отношении Линкос Фройдентала на несколько десятилетий. Он также рассмотрел экономические аспекты проекта и, ясно сознавая, что затраты на его осуществление могут быть не под силу одной стране, предложил международное сотрудничество в этой области. В то время просвещенная Европа зачитывалась книгами К. Фламмарiona о множественности обитаемых миров, но работа Неовиуса осталась незамеченной. По-видимому, он просто опередил свое время.

Горячим приверженцем идеи космического сотрудничества был Константин Эдуардович Циолковский. Он разработал космическую философию, в которой обосновывал идеи о том, что Вселенная заполнена высшей совер-



шенной жизнью, что в ней господствуют Величайший Разум и совершенные общественные отношения. Он полагал, что высокоразвитые внеземные цивилизации, освоившие наблюдаемую нами область Вселенной, могут сознательно организовывать материю, регулировать ход естественных процессов. В этом отношении Циолковский на много опередил некоторые современные модели развития космических цивилизаций. Инженерные работы Циолковского, принесшие ему мировую славу, вдохновлялись его космической философией и были предприняты им как средство выхода человека в Космос навстречу Космическому Разуму. Пафос Циолковского в значительной мере разделяла блестящая плеяда русских философов-космистов, часть которых стояла на научных, а часть – на религиозных позициях. Но идея органической связи человека и Космоса была близка всем философам-космистам и по-своему развивалась каждым из них. Очень интересны взгляды величайшего деятеля русской культуры, художника, ученого, философа, путешественника и общественного деятеля Николая Кон-

Контакт цивилизаций. Художник С.В. Птицын

стантиновича Рериха. «Он, как и все замечательные люди своего времени, шел впереди своего века. Его мысль была устремлена в будущее. В этом будущем он видел осуществленным великое назначение человека как сотрудника Космических сил и гражданина Вселенной. Он не ограничивал жизнь человека Землею, он видел жизнь на Далеких Мирах и звал к сотрудничеству с ними. Он был твердо уверен, что человек выйдет за пределы планеты и вольется в жизнь Дальних Миров. Он считал, что на некоторых из них люди достигли высоких ступеней знания и силы и что землянам можно многому поучиться у них. Устремление к Дальним Мирам он считал фактором, открывающим перед человечеством новые возможности неслыханных достижений в области науки, во всех отраслях знания. Возможности человеческого знания он считал ничем не ограниченными. Он верил в великое светлое будущее

человечества" (Грани Агни Йоги, IX, 581).

В послевоенные годы (конец 40-х – начало 50-х) в СССР, как и в других передовых странах мира, стала развиваться радиоастрономия, достижения которой послужили основой для современной постановки проблемы SETI (поиск внеземных цивилизаций). В те же годы известный пулковский астрофизик Гавриил Андрианович Тихов принял серию работ по *астроботанике*, имея в виду, в первую очередь, изучение возможностей существования и обнаружения растительной жизни на Марсе. Работы Тихова вызвали острую дискуссию в научном мире. Одним из его оппонентов был крупнейший советский астроном академик Василий Григорьевич Фесенков. В 1956 г. он совместно с академиком А.И. Опариным опубликовал книгу **“Жизнь во Вселенной”**, в которой исследовались астрономические и биологические условия возникновения и развития жизни во Вселенной и давалась оценка возможной распространенности разумной жизни в Галактике. Примерно в те же годы В.Г. Фесенков обосновал возможность обогащения Земли органическими соединениями за счет столкновений с кометами. Это направление получило широкое развитие спустя два десятилетия, но к тому времени о работах Фесенкова, видимо, забыли и на них, как правило, не ссылаются.

В 1959 г. в “Nature” была опубликована статья Дж. Коккони и Ф. Моррисона, в которой они проанализировали возможности радиосвязи с обитателями ближайших звезд и показали, что если ОНИ используют близкую к нашей технику связи, то мы при наших средствах способны обнаружить их сигналы. Это стимулировало начало работ по поиску сигналов внеземных цивилизаций (ВЦ). Первые эксперименты были проведены Ф. Дрейком в 1960 г. на Национальной радиоастрономической обсерватории США. В 1960-61 гг. в научной печати были опубликованы несколько серьезных работ о возможных путях поиска ВЦ, это работы Ф. Дайсона, Р. Брейсуэлла, фон Хорнера. Все эти события не остались незамеченными в СССР. Первым,

кто обратил на них внимание, был выдающийся советский астрофизик И.С. Шкловский. В 1960 г. им опубликована в журнале “Природа” обстоятельная статья под названием “Возможна ли связь с разумными существами других планет”, которая легла в основу его книги **“Вселенная, жизнь, разум”**. Первое издание книги появилось в 1962 г. и сразу же привлекло внимание самых широких кругов и самых различных категорий читателей, ею зачитывались студенты, писатели, ученые. Высокую оценку книге дал тогдашний президент Академии наук СССР М.В. Келдыш. Книга Шкловского сыграла выдающуюся роль в постановке и обосновании проблемы SETI. Для разработки ее он привлек и своих учеников. В 1964 г. в “Астрономическом журнале” была напечатана очень важная работа Н.С. Кардашева “Передача информации внеземными цивилизациями”. В том же году в Бюраканской астрофизической обсерватории было проведено **I Всесоюзное совещание по проблеме связи с внеземными цивилизациями** (Земля и Вселенная, 1995, №№ 3, 4). С этого времени в СССР начались работы по поиску ВЦ. Первые эксперименты были проведены В.С. Троицким в 1968 г. Рамки настоящей статьи, ограниченные последним десятилетием XX в., не позволяют дать обзор более ранних работ. Заинтересованного читателя мы можем отослать к книге “Развитие радиоастрономии в СССР” (М.: Наука, 1988), где есть глава “Советская радиоастрономия и поиски внеземных цивилизаций”. В первые годы становления проблемы SETI наша страна, наряду с США, занимала лидирующее место в мире – не только в плане генерации идей, но и в проведении экспериментальных исследований. Однако постепенно стало проявляться отставание в экспериментальной сфере. А как обстоят дела в настоящее время?

Ведутся ли экспериментальные исследования по SETI в России? Общий упадок науки в России после 1991 г. в результате проведения “демократических” реформ не мог не сказаться и на состоянии SETI. Только благодаря энту-



64-м радиотелескоп в Медвежьих Озерах под Москвой, участвующий в международной программе поиска внеземных цивилизаций по методу радиоинтерферометрии на сверхдлинных базах (РСДБ – VLBI)

зиязму исследователей поиски полностью не прекратились. В 90-х гг. экспериментальные исследования развивались в нескольких направлениях: **поиск радиосигналов от солнцеподобных звезд, поиск оптических сигналов, поиск сфер Дайсона и передача радиосообщений внеземным цивилизациям.**

ПОИСК РАДИОСИГНАЛОВ ОТ СОЛНЕПОДОБНЫХ ЗВЕЗД

Эту программу под названием “**Зодиак**” ведет Л.Н. Филиппова при поддержке НКЦ SETI и CAO РАН. Первые радионаблюдения солнцеподобных звезд по программе “Зодиак” были проведены в октябре 1989 г. и продолжались в последующие годы. В наблюдениях и обработке принимали участие И.В. Госачинский, О.В. Верховданов, Н.Н. Бурсов, М.Г. Мингалиев, В.А. Столяров и другие сотрудники CAO. Для поиска отобраны 29 звезд из списка Д. Содерблома, расположенных вблизи эклиптики (в пределах 14° от нее) и несколько ближайших к нам звезд солнечного типа.

Наблюдения проводятся на радиотелескопе РАТАН-600. Используются два режима: режим прохождения, когда продолжительность наблюдения каждой звезды определяется временем ее прохождения через диаграмму антенны, и режим скольжения, позволяющий увеличить время наблюдения. Недостаток первого метода в какой-то мере “компенсируется” тем, что здесь наблюдения ведутся одновременно на нескольких волнах сантиметрового и дециметрового диапазонов: 1.38, 2.7, 3.9, 7.6, 13 и 31 см. Наблюдения в режиме скольжения ведутся на волне 21 см. Всего за период с 1989-го по 1999 г. на РАТАН-600 наблюдались 35 солнцеподобных звезд, из которых у 5 имеются планеты. Часть звезд наблюдалась повторно, в различные сезоны. Несколько звезд наблюдались также в оптическом диапазоне с помощью 6-м телескопа БТА. Со списком звезд, наблюдавшихся в 1998-99 гг. можно познакомиться в Интернете на страничке “Russian SETI” (<http://comet.sai.msu.ru/SETI>). Ни у одной из исследованных звезд не было обнаружено превышение потока излучения над шумами. Определенный интерес вызывает звезда W 252. По координатам она почти совпадает с инфракрасным источником F06522+2526 из каталога IRAS, что может указывать (хотя и не обязательно!) на астроинженерную деятельность высокоразвитой ВЦ. Профиль линии водорода в направлении на эту звезду, полученный И.В. Госачинским, показал усиление радиосигнала в одном из спектральных каналов. Заманчиво было бы приписать этот сигнал ВЦ, но, скорее всего, как считают исследователи, причиной его служит водородное облако, наблюдаемое в направлении W 252.

В 1998 г., по инициативе С.Ф. Лихачева (АКЦ ФИАН), 4 звезды из списка Л.Н. Филипповой были включены в программу VLBI эксперимента INTAS-98. Наблюдение

ния проводились на волне 18 см с помощью крупных радиотелескопов, включенных в интерферометрическую сеть и расположенных на территории США, России, Италии, Южной Африки и Китая: Aresibo (305 м), Green Bank (43 м), Медвежий Озера (64 м), Светлое (32 м), Пушино (22 м), Medicina (32 м), HartRAO (25 м), Urumqi (25 м).

ПОИСК ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Программа поиска оптических сигналов была разработана в CAO еще в 70-х гг. под руководством Виктория Фавловича Шварцмана, блестящего астрофизика, глубокого мыслителя и большого энтузиаста SETI. После его преждевременного ухода из жизни эту работу возглавил ближайший сотрудник Шварцмана – Г.М. Бескин. В CAO создан уникальный комплекс аппаратуры МАНИЯ, позволяющий анализировать переменность блеска астрономических объектов на временных интервалах от 10^{-7} до 100 с. Он используется для решения астрофизических задач и для поиска сигналов ВЦ в оптическом диапазоне. Имеются в виду либо сверхузкие эмиссионные линии шириной до 10^{-6} Å, либо импульсное лазерное излучение. Применительно к сигналам ВЦ выделены две группы объектов: для цивилизаций I типа (сравнимых с земной цивилизацией) – это звезды спектральных классов F9V–G5V в окрестностях Солнца с расстоянием до 25 пк; для сверхцивилизаций II и III типа – объекты с необычными характеристиками, в частности не имеющие спектральных линий. К последним относятся белые карлики DC-типа и РОКОСЫ – радиообъекты с непрерывным оптическим спектром. Полный список объектов включает 161 звезду солнечного типа (при этом особое внимание уделялось звездам с планетными системами), 110 DC-карликов и 80 РОКОСОВ. Проведены наблюдения примерно по 20 объектам каждого типа. Ни от одного из них ожидаемые сигналы не обнаружены. Это позволило дать оценку относительной мощности редких вспышек и верхний предел мощности гипотетических лазеров ВЦ.

Несмотря на отсутствие положительных результатов группа Бескина продолжает поиск, расширяются списки объектов – кандидатов SETI, совершенствуется аппаратура. В начале 90-х гг. комплект аппаратуры МАНИЯ был установлен на 2-м телескопе CASLEO в Аргентине, с помощью которого проведены наблюдения объектов южного неба.

ПОИСК СФЕР ДАЙСОНА

Программа ведется в АКЦ ФИАН под руководством академика Н.С. Кардашева, основной исполнитель М.Ю. Тимофеев. Сферы Дайсона (СД) – это гипотетические астроинженерные конструкции, возможно сооружаемые ВЦ около своих звезд. Они поглощают большую часть энергии звезды и переизлучают ее в инфракрасном, субмиллиметровом и миллиметровом диапазонах (в зависимости от температуры конструкций). Такие источники должны иметь спектры, близкие к спектру черного тела с эффективной температурой от 3 до 300 К. М.Ю. Тимофеев и В.Г. Промыслов проанализировали данные, полученные с помощью спутника IRAS. Аппроксимируя спектры источников спектром абсолютно черного тела, они определили их эффективные температуры и выделили два предпочтительных узких интервала температур: 110-120 К и 280-290 К. Был создан каталог всех источников с температурами, лежащими в указанных интервалах, из них отобраны источники по наилучшему совпадению их спектров со спектром черного тела. Такими оказались 38 источников с температурами 110-120 К и 60 источников с температурами 280-290 К. Около 30% источников удалось отождествить с различными астрономическими объектами, в том числе и со звездами, однако 58 отобранных источников остались неотожествленными. Основная трудность состоит в том, как отличить сферы Дайсона от протопланетных дисков и особенно от плотных околос звездных пылевых облаков около красных гигантов. Некоторые тесты связаны с анализом радиоизлучения изучаемых объектов. С этой целью М.Ю. Тимофеев и



70-см радиотелескоп в Евпатории (Крым), с помощью которого осуществлялась передача информации к звездам солнечного типа по проекту "Cosmic Call"

Ю.Ю. Ковалев провели наблюдение нескольких источников – кандидатов в СД в радиодиапазоне на РАТАН-600, но определенных результатов получить пока не удалось.

ПЕРЕДАЧА РАДИОСООБЩЕНИЙ ВНЕЗЕМНЫМ ЦИВИЛИЗАЦИЯМ

Первое (безадресное) послание в Космос было направлено 19 ноября 1962 г. из Центра Дальней Космической Связи СССР в Евпатории. Это было радиотелеграфное сообщение, состоящее из трех слов: "Мир, Ленин, СССР". Спустя 12 лет с обсерватории Аресибо (США) ушло радиопослание к шаровому скоплению М 13, в созвездии Геркулеса, со-

держашее 1679 бит информации (Земля и Вселенная, 1975, № 4).

После долгого перерыва радиопередачи внеземным цивилизациям были возобновлены в рамках международного проекта "Cosmic Call" (Космический зов) – части более обширного проекта "Encounter 2001" ("Встреча третьего тысячелетия"). Инициатор проекта – американский бизнесмен Чарльз Чейфер предложил осуществить его на коммерческой основе, привлекая частные средства участников проекта. Суть "Cosmic Call" состоит в передаче радиосообщений к ближайшим звездам с помощью мощного планетного радиолокатора. Попасть в список участников может каждый, заплативший 15 долларов США, что дает право отправить индивидуальное послание, не превышающее 30 слов. Предполагалось, что для передачи сообщений будут использоваться планетные радиолокаторы в Аресибо или Голдстоуне. Однако из-за чрезвычайной загруженности инструментов осуществить эти планы не удалось. Тогда А.Л. Зайцев из Института радиотехники и электроники (ИРЭ РАН), работающий на Евпаторийском локаторе, установленном на 70-м радиотелескопе, предложил использовать его в проекте "Cosmic Call".

В период с 24 мая по 1 июля 1999 г. из Евпатории осуществлено 4 сеанса передачи информации к четырем звездам солнечного типа.

Сеанс	1	2	3	4
Дата	24.05.1999	30.06.1999	30.06–1.07	1.07.1999
Начало, UT	16:20:00	16:45:00	21:10:00	01:22:00
Окончание, UT	20:15:03	20:40:15	01:05:02	05:17:01
Звезда	HD 186408	HD 178428	HD 190406	HD 190360
Тип	G2V	G5V	G1V	G6IV
Расстояние, св. лет	70.5	68.3	57.6	51.8

Послание состоит из двух частей. Первая часть содержит основное сообщение и несколько вспомогательных. Вторая часть – имена и индивидуальные письма участников проекта (около 50 тыс.). Основное сообщение состоит из 23 страниц. Каждая страница представляет собой последовательность 16129 (127 × 127) двоичных символов. Первые несколько страниц вводные: 1-я – “Числа”, 2-я – “Операции”, 3-я – “Экспоненциальные представления”, затем идут сведения по астрономии, биологии, географии. Страница 21-я описывает антенну и передатчик Евпаторийского радиолокатора. Последняя страница приглашает любого, кто прочитал послание, откликнуться и, если можно, сообщить сведения о своей цивилизации. Помимо основного сообщения (из 23 страниц), первая часть Евпаторийского послания содержит описание проекта “Encounter 2001” (составленное Ричардом Браастадом), список участвующего в этом проекте персонала и, наконец, “Послание Аресибо”. Общая длина Евпаторийского послания более 1,7 млн двоичных единиц.

Коммерческая основа “Cosmic Call” вызывает определенные сомнения, поскольку представляется предпочтительным, чтобы в космическом контакте, во всяком случае на стадии его установления, субъектом выступали цивилизации, а не отдельные индивидуумы. С другой стороны, такая организация проекта позволяет привлечь к нему внимание общественности, что может быть полезно для целей SETI. Как бы там ни было, проект отражает современный уровень сознания земной цивилизации.

В связи с возобновлением радиопередач с Земли коснемся вопроса “*Посылать или не посылать?*”. Неоднократно высказывались опасения – не опасно ли сообщать другим цивилизациям о своем существовании и не лучше ли ограничиться поисками сигналов, избегая передачи, чтобы не обнаружить себя перед лицом более могущественных обитателей Космоса? Андрей Дмитриевич Сахаров был одним из немногих, кто решительно не соглашался с такой

точкой зрения. В ответе на анкету SETI в 1971 г. он писал: “При этом я хотел бы отметить важность проектных работ посылке сигналов, доведенных до конкретного осуществления некоторых проектов – только так можно понять тонкие аспекты проблемы контактов. Здесь, как и в других делах, эгоисты, в конце концов, оказываются в проигрыше” (Земля и Вселенная, 1990, № 6, с. 63–67). На мой взгляд, любые опасения в отношении передачи сигналов ВЦ лишены всякого основания. Не затрагивая сейчас философских и нравственных аспектов контакта (эта тема требует особого обсуждения), подчеркнем, что если существуют такие высокоразвитые цивилизации, которые могут представлять для нас потенциальную угрозу, то они при своем уровне развития давно уже обнаружили нас по излучению наших телевизионных станций и межпланетных радаров (в частности, работающих по программе обеспечения астероидной безопасности), независимо от нашей SETI-активности.

Другое возражение сводится к тому, что ответ на свое послание (если он вообще будет) мы получим в лучшем случае через многие десятилетия. Касаясь этого вопроса, А.Л. Зайцев пишет: “*А разве бескорыстная мессианская деятельность, несущая братьям по разуму благую весть “Вы не одни!” и их озарение ошеломляющим открытием истинного происхождения нашего послания сами по себе не могут являться достойными целями землян и оправданием радиовещания для ВЦ? Представьте на мгновение нас на их месте и наш прорыв в бесконечность после обнаружения сигнала ВЦ. Так почему бы не предоставить такой шанс другим?*”

СТРАТЕГИЯ SETI

ПОИСК СИГНАЛОВ ПОД ШУМАМИ

В последние годы Н.Т. Петрович, известный специалист в области космической связи, в ряде статей и докладов развивает стратегию поиска сигналов SETI под шумами. По мысли Петровича, ВЦ не обязательно используют сверх-

мощные передатчики. В этом случае их сигнал на Земле может быть очень слаб – намного ниже уровня шумов. Как обнаружить такой сигнал? Н.Т. Петрович считает, что обе цивилизации – отправитель и получатель – должны учитывать особенности обнаружения слабых сигналов и делать шаги навстречу друг другу (*принцип конвергенции*). Единственный способ обнаружения такого сигнала на приемной стороне состоит в использовании *метода накопления*, т.е. выделение и суммирование большого числа образцов зарегистрированного излучения, представляющего собой смесь сигнала и шума. При этом отношение сигнал/шум на выходе накопителя возрастает с увеличением числа отсчетов (образцов) и при достаточно большом числе отсчетов сигнал на выходе может превысить шум. Это должно учитывать цивилизация-отправитель, посылая сигналы, которые допускают использование метода накопления. Каждая смысловая посылка должна многократно повторяться или удлиняться. Расчеты показывают, что при мощности передатчика, сравнимой с достигнутой на Земле, метод накопления позволяет осуществлять передачу и прием сигналов в пределах всей Галактики.

Согласно принципу конвергенции, на передаче может использоваться простейший двоичный код (0,1). Ноль “передается” отсутствием излучения, а для передачи “1” используются либо достаточно длительные отрезки синусоидального сигнала, либо периодическая последовательность импульсов той же длительности. Применение импульсных последовательностей предпочтительнее. С помощью компьютерной обработки можно не только установить, есть ли под шумом периодическая последовательность импульсов, но и определить частоту их следования. Затем, настраивая фильтр на данную частоту, осуществляют накопление сигнала.

Удлинение каждой смысловой посылки приводит к увеличению общего времени поиска. Этого можно избежать, если прием ведется одновремен-

но на антенны (с приемниками), разнесенные в пространстве для декорреляции шумов. Образцы сигнала (точнее смесь сигнала и шума), принятые различными антеннами, суммируются, и при большом числе антенн сигнал на выходе превышает шум. Еще один путь накопления сигнала можно реализовать, передавая сигнал одновременно на многих частотах и, соответственно, принимая его на многих приемниках с последующим суммированием. В этом случае разнос приемников по пространству не требуется. Шансы установить контакт еще больше повышаются, когда на передаче осуществляется повторение сигналов по времени и по частоте. В этом случае передающая система должна состоять из множества передатчиков и антенн, работающих на разных частотах и синхронно излучающих импульсы в одном заданном направлении. Н.Т. Петрович называет такую систему “энергетической пушкой” или “Космической Катюшей”.

В свою очередь, цивилизация-получатель должна учитывать ожидаемые характеристики сигнала и применять соответствующую аппаратуру. Возможно, одна из причин того, что сигналы до сих пор не удалось обнаружить, считает Н.Т. Петрович, состоит в том, что метод накопления при поиске не использовался или использовался неэффективно.

Возможность обнаружения сигнала ниже уровня шума позволяет создать схему построения галактической связи, где вместо остронаправленных антенн (для концентрации энергии в заданном направлении) используются мало направленные (или даже всенаправленные) антенны. Это резко снижает мощность сигнала на приеме, но позволяет охватить сразу много потенциальных абонентов и тем увеличить вероятность установления связи. Снижение мощности сигнала на приеме компенсируется увеличением его энергии за счет увеличения длительности посылки “1” или “0”, что эквивалентно увеличению мощности сигнала на передаче или увеличению направленности передающей и приемной антенн.

Совершенно иную “нетрадиционную” стратегию поиска ВЦ развивает А.В. Архипов из Радиоастрономического института в Харькове. Речь идет не о поиске сигналов, а о **поиске артефактов на Земле и Луне**. Архипов проанализировал условия попадания и хранения чужих артефактов на Земле и Луне и пришел к выводу, что их можно обнаружить. Задача разбивается на две части, два самостоятельных направления. Первое связано с возможными исследовательскими миссиями ВЦ в Солнечной системе, второе – с обнаружением отходов их космической деятельности, не зависящей от каких бы то ни было проектов поиска иной жизни.

Наилучшие условия для поиска артефактов первого типа реализуются на Луне. Подробно изучив процессы перемещения и захоронения артефактов на лунной поверхности под действием метеоритной бомбардировки, Архипов показал принципиальную возможность их обнаружения и сформулировал принципы лунной археологии, что может представлять интерес не только для SETI, но и для проектов освоения Луны. Он выделил наиболее перспективные районы для археологической разведки Луны и некоторые типы формаций на ее поверхности, нуждающиеся в археологическом исследовании. Архипов описал также ряд феноменов на Луне, интересных с точки зрения SETI, в том числе “быстродействующие образования” на лунном диске, наблюдавшиеся за последние два столетия.

Второе направление связано с проблемой “космического мусора”. Архипов показал, что значительная доля “мусора”, связанного с космической деятельностью цивилизаций, – от 3% до 15% – выбрасывается в межзвездную среду и может попадать в область обитания другой цивилизации. Он оценил частоту попадания чужих артефактов на границу земной атмосферы, вероятность их “выживания” при прохождении через атмосферу и пришел к выводу, что они могут достигать поверхности Земли. В связи с этим Архипов обращает внима-

ние на необходимость исследования “псевдометеоритов” и “ископаемых артефактов”, что, конечно, имеет важное значение, какова бы ни оказалась природа этих явлений.

Возможность загрязнения Земли (и других планетных систем) отходами космической деятельности ВЦ позволяет по-новому рассмотреть проблему панспермии (перенос жизни с планеты на планету). Благодаря утечке “мусора” вокруг каждой “техногенной” звезды существует “нестерильная зона”. Солнечная система при своем движении в Галактике пересекает нестерильные зоны различных звезд, при этом нестерильные артефакты попадают в земную атмосферу и могут достигать поверхности Земли. Причем определенная доля микроорганизмов выживает при торможении в атмосфере, что и приводит к инфицированию планеты. То же самое может происходить и в других планетных системах. По оценкам Архипова, для инфицирования земноподобной планеты достаточно, чтобы темп производства космического мусора составлял 0,7% от темпа производства его нашей цивилизацией. Порядка 10^5 звезд могли бы инфицировать Землю за время ее существования. Этот результат имеет важное, принципиальное значение, но следует учитывать, что он справедлив при условии, если современный путь развития нашей цивилизации типичен для других цивилизаций Галактики. Можно думать, что земная цивилизация (если она сохранится) освоит со временем безотходные технологии и производство космического мусора будет сведено практически к нулю. Тем не менее, результат Архипова представляет несомненный интерес.

Помимо поиска артефактов Архипов выдвинул ряд идей, связанных с обнаружением радиоизлучения ВЦ. Он предполагает, что для защиты астроинженерных сооружений от ионизирующего излучения своей звезды цивилизация может создать вокруг них искусственную магнитосферу. Взаимодействие магнитосферы с межпланетной плазмой должно приводить к генерации нетеп-

лового циклотронного радиоизлучения в диапазоне декаметровых волн. Проанализировав данные обзора неба на радиотелескопе УТР-2 и сравнив их с каталогом близких звезд, Архипов выделил источник GR 0752-01, совпадающий по координатам с одиночной звездой HD 64606 спектрального класса G8V, находящейся на расстоянии 19 пк от Солнца. Его можно рассматривать в качестве возможного кандидата в SETI-объекты.

Еще одна стратегия поиска связана с перехватом радиокommunikаций зонда ВЦ, находящегося в Солнечной системе. Поиск подобных зондов считается одним из признанных направлений SETI. При этом обычно рассматривается поиск сигналов зонда, адресованных нашей цивилизации. Архипов рассмотрел более реалистическую задачу – перехват радиоизлучения, связанного с радиолокацией окружающего пространства или посылкой информационных сигналов, адресованных родитель-

ской цивилизации. Выполненный им анализ показывает, что перехват можно считать практически осуществимым, если используется всенаправленная система обнаружения типа “Обзор” или “Аргус”, и если зонд находится в пределах системы Земля–Луна.

Все эти исследования, выполненные в основном в 90-е гг., А.В. Архипов опубликовал в многочисленных статьях, как в русскоязычных, так и в зарубежных журналах (Земля и Вселенная, 1995, № 2, с.33-37). Этим проблемам посвящена его кандидатская диссертация (“Новые подходы к проблеме поиска внеземных цивилизаций”, Киев, 1998), а в популярном изложении с ними можно познакомиться по его книге “Селениты” (М., 1998). К сожалению, свои идеи Архипов зачастую излагает с излишним полемическим накалом и необоснованными выпадами в адрес “классических” направлений SETI.

Продолжение следует

Информация

Время назад?

Законы физики симметричны относительно хода времени и действуют вне зависимости от направления времени. Мы, конечно, осознаем направление “стрелы времени”, разбивая яйцо или роняя стеклянный бокал: яйцо или стакан не соберутся вновь в единое целое. Направление стрелы времени определяется термодинамикой и космологическими характеристиками окружающей Вселенной. Почему стрела времени устремлена в одном направлении? Имеются ли области во Вселенной, где время течет во встречном направлении?

Л. Шульман из университета Кларксон в Нью-Йорке задался этими вопросами. Он у-

верждает, что существуют области со встречно текущим временем и что малая степень контакта с ними не разрушит направление нашей “стрелы времени”. Отвечая на вопрос о нарушениях причинно-следственной связи, когда субъект из будущего может вмешаться в события прошлого, Шульман признал, что в его рассуждения внесены некоторые предположения, чтобы избежать подобных парадоксов.

Как могли сформироваться области с противоположно текущим временем? Так же, как электроны и позитроны перемещаются во времени во встречных направлениях. Космологическая картина времени отражает состояние во времени нашей Вселенной между Большим Взрывом и Коллапсом. Последним термином Шульман обозначил катастрофическое сокращение пространства, схлопывание мира и конец прежнего Света. После

него начнется обратный счет времени. Впрочем, последние данные наблюдений показывают, что если и случится такой Коллапс, то очень не скоро.

Мир, возникший после Коллапса, имеет другое направление времени и распространяется навстречу нашему. Но поскольку от нашего времени до Коллапса прошло намного больше времени, чем от Большого Взрыва до нас, другой мир проэволюционировал больше нашего. Если имеются районы с обратным ходом времени, идущим от Коллапса к Большому Взрыву, и в них существуют галактики, то они очень старые и тусклые. Но их гравитационное поле остается сильным и может проявлять себя как “темная материя”.

CERN Courier, Vol. 40, № 2,
2000

*Материал подготовил
Л.С. Шишов*

Институту космических исследований РАН – 35 лет

Одной из крупнейших российских научных организаций в области изучения космоса – ИКИ РАН – в 2000 г. исполнилось 35 лет. За эти годы разработаны и выполнены десятки интересней-

ших космических программ. Проведены исследования в области астрофизики, космической геофизики и плазмы, экологии, изучения солнечно-земных связей, планет и малых тел Сол-

нечной системы. В статье подводятся итоги деятельности Института, сообщаются некоторые результаты наиболее уникальных проектов и сведения о перспективных разработках.

СТАНОВЛЕНИЕ ИНСТИТУТА И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ

Институт космических исследований АН СССР (ИКИ) был создан на основании Постановления Совета Министров СССР от 15 мая 1965 г. как головной академический институт по исследованию и использованию космического пространства в интересах фундаментальных наук. Формировался Институт на базе ряда отделов и лабораторий, работавших ранее по космической тематике в различных институтах Академии наук и других ведомств. Президент АН СССР академик М.В. Келдыш принимал непосредственное участие в организации и становлении Института.

ИКИ выполняет экспериментальные научные работы по таким направлениям как астрофизика, физика планет и малых тел Солнечной системы, физика Солнца и солнечно-земных связей, космическая плазма и нелинейная геофизика. Ему поручены также подготовка **программ научных космических исследований**; разработка и испытания комплексов научной аппаратуры по проектам, принятым Российской академией наук и Российским авиационно-космическим агентством, включенным в Федеральную космическую программу.

Структура ИКИ неоднократно изменялась (Земля и Вселенная, 1990, № 6). Сегодня к числу основных научных подразделе-

ний Института относятся **отделы** (в скобках указаны руководители): физики космической плазмы (доктор физико-математических наук Л.М. Зеленый), физики планет и малых тел Солнечной системы (доктор физико-математических наук В.И. Мороз), астрофизики высоких энергий (академик Р.А. Сюняев), прикладной космической миллиметровой и субмиллиметровой астрономии (доктор физико-математических наук И.А. Струков), оптико-физических исследований (доктор технических наук Г.А. Аванесов), космогеофизики (доктор физико-математических наук Н.С. Ерохин), космических исследований Земли как экологической системы (доктор физико-математических наук



Главный корпус Института космических исследований РАН

Ю.А. Кравцов), научно-технического обеспечения работ (три отдела) (В.Г. Родин, кандидат технических наук Е.М. Васильев, Б.С. Новиков), микропроцессорной техники (доктор физико-математических наук Л.С. Чесалин), космической динамики и математической обработки информации (доктор технических наук Р.Р. Назиров), а также **лаборатории**: сверхдальней радиоинтерферометрии (доктор физико-математических наук Л.И. Матвееenko), спектрометрии космического гамма-излучения (доктор физико-математических наук И.Г. Митрофанов), активной диагностики (доктор физико-математических наук Г.Г. Манагадзе), дистанционных методов зондирования (кандидат физико-математических наук А.К. Городецкий).

ИКИ располагает **вычислительной базой** для обработки информации, вспомогательными подразделениями и техническими службами, включая опытное производство, **контрольно-испытательную станцию**, отде-

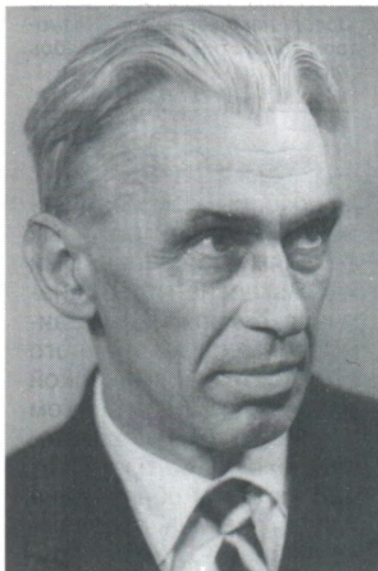
лы конструкторский, технологический, технический, научно-технической информации и ряд других.

До 1992 г. Институту было подчинено **ОКБ ИКИ** в г. Фрунзе (ныне г. Бишкек). Бюро создано в 1967 г. на базе Государственного КБ приборостроения. После распада СССР ОКБ оказалось за границей, в Кыргызстане. Переименованное в 1993 г. в акционерную фирму ОКБ "Аалам" (Космос, Вселенная), оно продолжает работать с ИКИ на договорной основе. За границей, на Украине, теперь находится и терминальная **станция по приему и обработке научной информации** при Центре дальней космической связи в Евпатории (Крым). В г. Тарусе (Калужская обл.) в 1978 г. создано опытное производство научной космической аппаратуры. В 1986 г. на его базе организуется СКБ космического приборостроения, в настоящее время функционирующее на правах приборостроительного отдела ИКИ.

Первые 10 лет Институт возглавлял академик

Г.И. Петров, в 1973-88 гг. – академик **Р.З. Сагдеев**. С 1988 г. директором Института становится академик **А.А. Галеев**. В разные годы заместителями директора по науке были: доктор физико-математических наук Г.А. Скуридин, доктор физико-математических наук Г.С. Нариманов, доктор технических наук В.Г. Золотухин, кандидат физико-математических наук В.М. Балебанов, в настоящее время – доктор физико-математических наук **Р.А. Ковражкин** и доктор технических наук **Р.Р. Назиров**. Заместитель директора доктор технических наук **Г.М. Тамкович** организует испытания комплексов научной аппаратуры на космодромах и во время полета КА, отвечает за взаимодействие с космодромами, центрами управления космическими средствами и командно-измерительным комплексом. Более 15 лет Г.М. Тамкович возглавляет Государственные комиссии по испытаниям и управлению космическими аппаратами научного назначения – "Океан-ОЭ", "Интершок", "Астрон", "Реликт-1", "Гранат" и "Интербол". Он сменил на этой должности доктора физико-математических наук **Г.С. Нариманова**.

Сегодня в Институте работает менее тысячи человек, из них около 300 – научные сотрудники (2 ака-



Академик Г.И. Петров – директор ИКИ АН СССР в 1965-73 гг.

их числе – Московский физико-технический институт и Московский инженерно-физический институт.

Сотрудники ИКИ принимали активное участие в подготовке научных экспериментов, получении и обработке научной информации с космических аппаратов “Космос”, “Прогноз”, “Луна”, “Марс”, “Венера” и других, пилотируемых кораблей “Союз” и орбитальных станций “Салют” и “Мир”, а также в международных проектах “ЭПАС”, “Аракс”, “Снег”, “Радуга”, “Интеркосмос”, “Ореол”, “Вега”, “Фобос”, “Гранат”, “Квант”, “Гамма”, “Интербол”.

О большинстве из этих программ рассказывалось на страницах журнала “Земля и Вселенная”.

щью высокоапогейных спутников серии “Прогноз”. В 1995-2000 гг. в рамках международного проекта “Интербол” изучалась динамика магнитосферы Земли (Земля и Вселенная, 1997, № 3). Полученные результаты заставили пересмотреть концепцию о процессах в плазменном слое магнитосферы, существенно изменили представление о физике мелкомасштаб-



Академик А.А. Галеев – директор ИКИ РАН с 1988 г.

ных вспышечных процессов в магнитосферной плазме. Новые данные помогут уточнить картину физики магнитосфер планет, обладающих огромными плазменными хвостами, существенно повлияют на теорию процессов в аналогичных астрофизических объектах.

В настоящее время

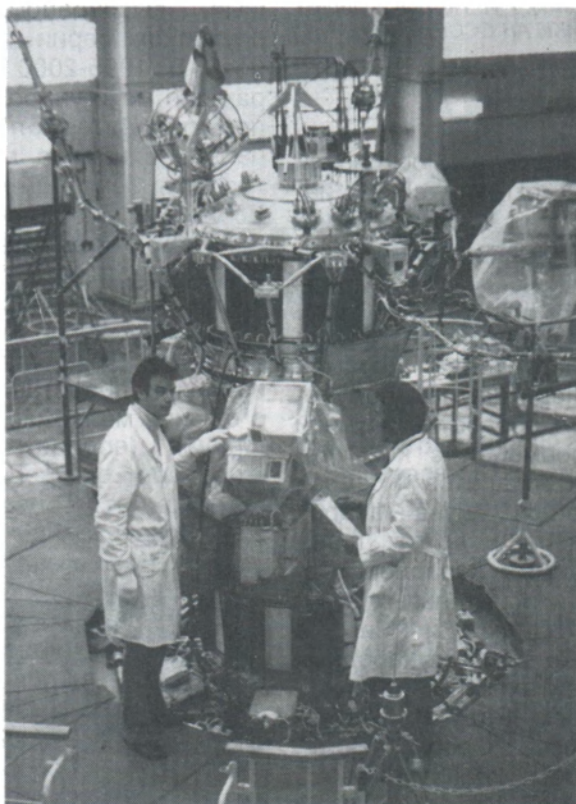
демика, свыше 40 докторов наук и почти 150 кандидатов наук). При ИКИ действуют ученые советы по защите докторских и кандидатских диссертаций. Институт является методической базой ряда ведущих вузов страны, в

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ

Одним из первых научных подразделений сформирован отдел геофизики, занимающийся изучением плазмы в космосе (с 1972 г. – **отдел физики космической плазмы**). Среди наиболее значимых стали исследования системы “Солнечный ветер – магнитосфера – ионосфера Земли” с помо-

Академик Р.З. Сагдеев – директор ИКИ АН СССР в 1973-88 гг.





Испытания научного спутника "Ореол" перед запуском. Космодром Капустин Яр, сентябрь 1981 г.

учеными ИКИ предложен проект многоспутниковой системы "Рой" для детального анализа мелкомасштабных вспышечных процессов в околоземной плазме. Предполагается определить характер сильных флуктуаций в горячей плазме, приводящих к преобразованию ее магнитной энергии в нагрев и ускорение частиц.

Плазменные эксперименты выполнялись и на АМС, начиная с проекта "Марс-71" (первые приборы для изучения плазмы и магнитных полей были установлены на станциях "Марс-69", но запуски были аварийными). Несмотря на простоту бортовой плазменной аппаратуры и небольшой объ-

ем измерений, АМС "Марс-2 и -3" позволили получить первые данные о взаимодействии солнечного ветра с Марсом, было установлено существование ударной волны и плазменно-магнитного хвоста планеты. Начиная с 1975 г. (АМС "Венера-9 и -10") проводились плазменные эксперименты и на Венере (Земля и Вселенная, 1978, № 3). Результаты этих исследований легли в основу знаний о взаимодействии солнечного ветра с немагнитной планетой, разработана модель индуцированной магнитосферы Венеры.

При пролете АМС "Вега-1 и -2" вблизи кометы Галлея в 1986 г. обнару-

жено большое число явлений, не предсказанных теориями, основанными на магнитно-гидродинамическом описании взаимодействия солнечного ветра с космической плазмой. За фронтом ударной волны на расстоянии около 160 тыс. км от ядра кометы обнаружена резкая граница, отделяющая область, контролируемую потоком протонов солнечного ветра, от области кометной плазмы с преобладанием медленно движущихся тяжелых кометных ионов. Солнечный ветер, пронизанный кометными ионами за ударной волной, приводит к постепенному торможению плазменного потока и усилению магнитного поля. Максимальное магнитное поле в этом районе достигает около 75 нТ (Земля и Вселенная, 1987, № 2).

ПЛАНЕТНЫЕ ПРОГРАММЫ

Одно из главных направлений деятельности ИКИ — **исследования планет и малых тел**. Сначала ими занимались разные подразделения, а с 1974 г. — отдел физики планет и малых тел Солнечной системы.

Первые исследования в области инфракрасной радиометрии проведены с помощью АМС "Марс-3 и -5". Затем плането-



логи Института приступили к углубленным исследованиям на Венере (1975-85 гг.). Отечественные результаты в сравнении с более поздними американскими находятся либо на одинаковом уровне (масс-спектрометрия и газовая хроматография), либо уникальны (оптическая спектроскопия и регистрация грозových явлений). Эти исследования внесли значительный вклад в современное представление о сложных процессах в атмосфере Венеры и эволюционную картину планеты. Экспедиции АМС **"Вера-1 и -2"** к комете Галлея позволили получить большой объем данных о составе ее ядра и физических характеристиках (Земля и Вселенная, 1986, № 3).

За два месяца работы КА **"Фобос-2"** на орбите Марса был успешно про-

веден ряд экспериментов, которые в американских миссиях вообще не ставились. Например, измерено вертикальное распределение водяного пара и аэрозолей в атмосфере Марса, получен спектр отражения Фобоса (Земля и Вселенная, 1989, № 5).

К сожалению, неудачей закончился проект **"Марс-96"**. При старте 16 ноября 1996 г. произошла авария ракеты-носителя. Первоначально (проекты "Марс-92 и -94") предусматривалось использовать различные средства исследований: марсианский искусственный спутник, малые посадочные станции, марсоход, пенетраторы, аэростаты. Ученые ИКИ вложили много труда в разработку научной программы и аппаратуры АМС. Но из-за недостаточного финансирования проект упрощался,

Американские астрономы – участники программы "ЭПАС" – знакомятся в ИКИ с ходом работ по международному проекту "Вера" (1984 г.)

сроки запусков переносили, отказались и от традиционного запуска двух АМС (Земля и Вселенная, 1996, № 4).

Сегодня планетологи Института разрабатывают новые эксперименты и перспективные планетные миссии ("Марс-Экспресс", "Фобос-грунт" и др.).

АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Становление отделов астрофизики и астрофизики высоких энергий ИКИ связано с именами **И.С. Шкловского** и **Я.Б. Зельдовича**. Отдел астрофизики организован в 1967 г. на базе отдела ра-



Электрические испытания научной аппаратуры обсерватории "Транат". Лётно-испытательная станция Института (1988 г.)

диоастрономии ГАИШ МГУ, возглавлявшегося И.С. Шкловским. **Отдел астрофизики высоких энергий** преобразован в 1982 г. из отдела теоретической астрофизики, руководимого Я.Б. Зельдовичем.

Сотрудники отдела астрофизики проводили эксперименты на всех АМС, орбитальных станциях "Салют" и пилотируемых кораблях "Союз". Астрономические приборы входили в комплексы аппаратуры многоцелевых ИСЗ серий "Космос" и "Прогноз". Под руководством Н.С. Кардашева велась подготовка **интерферометра** с антенной диаметром 10 м, имеющего базу Земля – КА. К сожалению, по организационным причинам космический интерферометр реализовать не удалось, однако работы с наземными интерферометрами вы-

полнялись успешно. Сначала они проводились в отделе астрофизики, а затем лабораторией сверхдальней радиоинтерферометрии. Лаборатория приняла участие в создании международной сети из 20 антенн с целью измерения траектории плавающих аэростатов в атмосфере Венеры для исследования ее динамики. На удалении более 10 млн. км регистрировалось раскачивание передатчика на стропе длиной 10 м (Земля и Вселенная, 1986, № 3).

В состав отдела астрофизики входила группа изучения гамма-всплесков, ставшая впоследствии самостоятельным подразделением ИКИ – лабораторией спектроскопии космического гамма-излучения. Первый бортовой прибор этой группы – всплесковый гамма-спектрометр (ВГС)

был установлен на АМС "Фобос". С его помощью зарегистрировано около 50 мощных гамма-всплесков. Для программы "Марс-96" сотрудники лаборатории создали полупроводниковый гамма-спектрометр (ПГС). В настоящее время разрабатывается проект изучения статистики данных явлений на основе адекватных физических параметров их излучений, что позволит исключить влияние на свойства гамма-всплесков эффектов красного смещения и растяжения масштабов времени.

В 1979 г. отдел астрофизики совместно с КрАО приступил к созданию первой в стране космической обсерватории "**Астрон**". Рентгеновский телескоп обсерватории СКР-02М имел эффективную площадь 1750 м², поле зрения 3° и временное разрешение 2,7 мс. Главная задача телескопа – получить спектры и детально исследовать одиночные источники рентгеновского излучения. Обсерватория за 7 лет выполнила большой объем наблюдений с хорошими научными результатами (Земля и Вселенная, 1984, № 2; 1990, № 6).

В 1990-91 гг. отдел астрофизики переводят в ФИАН, где он получает статус отделения (Астро-космический центр ФИ-

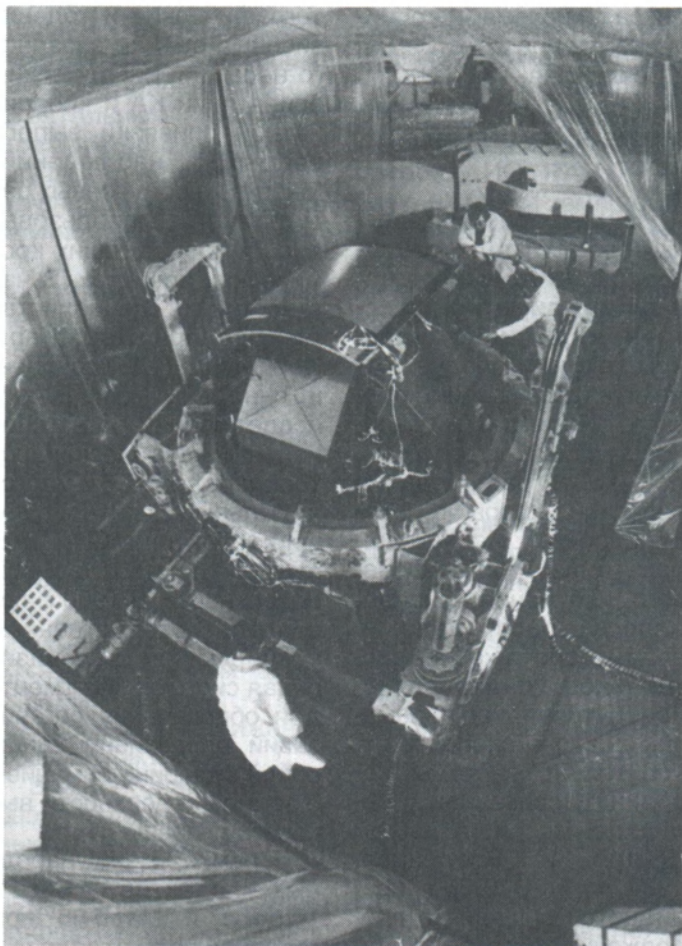
АН). Несколько лабораторий остаются в Институте в составе отдела астрофизики высоких энергий. Первые результаты сотрудниками отдела астрофизики высоких энергий получены в ходе советско-французского эксперимента "Снег-2МП9" по детектированию гамма-всплесков на спутнике "Прогноз-9". С 80-х гг. усилия сотрудников отдела сосредоточиваются на создании обсерватории "Рентген" для астрофизического модуля "Квант" ОК "Мир". Обсерватория запущена на орбиту в 1987 г. и эксплуатировалась до 2000 г. Были получены уникальные данные о природе Сверхновой 1987А, вспыхнувшей в галактике БМО, а затем началась многолетняя "охота" за рентгеновскими новыми (Земля и Вселенная, 1988, № 5).

В декабре 1989 г. на орбиту выводится космическая обсерватория "Гранат" (работала до 1999 г.). Широкий энергетический диапазон чувствительности, большие поля зрения и разрешающая способность приборов КА "Гранат" и "Рентген" позволили обнаружить ранее неизвестные рентгеновские источники. Обсерватории открыли 7 рентгеновских новых и участвовали в исследовании еще нескольких ис-

точников такого типа, обнаруженных другими КА. Найден вспыхивающий рентгеновский пульсар Sgr-A 0834-430 в созвездии Стрельца, зарегистрированы изменения периодов вращения 12 рентгеновских пульсаров, десятков рентгеновских всплесков от нейтронных звезд (барстеров). Выполнены также исследования свыше 250 источников гамма-всплесков в диапазоне от 8 кэВ до 100 МэВ (Земля и Вселенная, 1998, № 6).

Большие надежды в решении задач внеатмо-

сферной астрономии ученые отдела связывают с проектом "Спектр-РГ". У приборов, входящих в комплекс его научной аппаратуры, на 2-3 порядка чувствительность выше, чем на обсерваториях "Рентген" и "Гранат". С помощью "Спектр-РГ" предполагается получить уникальную информацию о внегалактических и галактических источниках рентгеновского излучения, сверхмассивных черных дырах и ядрах активных галактик, межгалактическом газе в скопле-



Калибровка гамма-телескопа для обсерватории "Гамма-1" на наземном ускорителе заряженных частиц (синхротроне) ФИАН "Пахра" в 1987 г.

ниях галактик, рентгеновском излучении галактик и звезд, транзитных источников, гамма-всплесках и солнечных вспышках, рентгеновских квазарах с большим красным смещением, состоянии плазмы в остатках вспышек Сверхновых и диффузном рентгеновском фоне. Работа по изготовлению и испытаниям научных приборов обсерватории с привлечением широкой международной кооперации из 15 стран мира продолжается. Проводятся стыковочные испытания научного комплекса с системами космического аппарата (Земля и Вселенная, 1997, № 2).

ДРУГИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ

Из наиболее интересных работ **отдела космической миллиметровой и субмиллиметровой астрономии и инфракрасной техники** следует отметить реализацию проекта **“Реликт-1”**, основной задачей которого было картографирование небесной сферы в 8-мм диапазоне. Исследовалась анизотропия фонового излучения, определялось распределение слабых протяженных источников радиоизлучения и уточнялись параметры вектора скорости относительно системы координат, связанной с реликтовым излучением (Земля и Вселенная, 1984, № 4). В 1986 г. принимается решение о продолжении этих работ в рамках проекта **“Реликт-2”**,

позволяющего вести наблюдения в больших угловых масштабах. Несмотря на прекращение финансирования, в 1999 г. выполнена модернизация научной аппаратуры и подготовлен ее технологический образец.

С 1967 г. в Институте работает **отдел оптико-физических измерений**. Сотрудниками отдела разработаны уникальные методики и приборы для дистанционного зондирования Земли, проведены видеоспектрометрические исследования тел Солнечной системы, фотографические и телевизионные съемки звездного неба для определения ориентации КА и координатной привязки выполняемых наблюдений. Многие из полученных результатов использовались в последующих космических проектах. В частности, со специалистами предприятия “Карл Цейс Йена” (ГДР) созданы и внедрены в практику исследований многозональный космический фотоаппарат МКФ-6 и многоканальный синтезирующий проектор МСП-4 для съемок участков земной поверхности. В 1980 г. создается отечественная сканирующая телевизионная система “Фрагмент” для обеспечения организаций оперативной цифровой видеоинформацией о земной поверхности высокого разрешения.

В рамках международных проектов **“Вега”**, **“Фобос”** и **“Марс-96”** при головной роли отдела выполнен большой объем

видеоспектрометрических исследований. Созданы: в кооперации с венгерскими и французскими специалистами платформенный комплекс для видеоспектрометрических исследований кометы Галлея, по проекту “Марс-96” с болгарскими и немецкими – видеоспектрометрический комплекс “Фрегат” (съемка Марса и его спутника), с немецкими и французскими – платформенный комплекс “Аргус” (наблюдения поверхности планеты). Детально разработаны программы и методы исследований поверхности и атмосферы Марса.

Для планируемой на первое десятилетие XXI в. миссии **“Фобос-грунт”** отдел разрабатывает новые средства. Создаваемые им служебные телевизионные системы обеспечат автономную навигацию АМС по изображениям Земли и звезд, Марса и Фобоса. С помощью телевизионных систем научного назначения планируется исследовать поверхность Фобоса при подлете к нему и после посадки.

Особое место в деятельности отдела занимает работа по созданию звездных датчиков (координаторов) определения ориентации КА. Такой датчик снимает участки звездного неба, распознает звезды и рассчитывает относительно них трехосную ориентацию КА. Сегодня создаются датчики массой до 1 кг, с точностью определения ориентации до 0,1° и возможностью работы при

больших угловых скоростях. Кроме звездных, разрабатываются датчики направления на Солнце и датчики местной вертикали по лимбу Земли или иной планеты.

В отделе также разрабатан малый КА **“Pegata”** в трех модификациях: для плазмофизических исследований, астрометрических измерений и наблюдений за Солнцем и его активностью. Одна из особенностей аппарата – пассивная система ориентации за счет давления солнечного света.

Создание **отдела космических исследований Земли как экологической системы** и первые 28 лет его работы неразрывно связаны с именем доктора физико-математических наук В.С. Эткина, основавшего в ИКИ новое научное направление – зондирование земной поверхности из космоса дистанционными радиофизическими методами. Наибольшее внимание в 70-е гг. уделялось исследованию поверхности океанов в интересах ВМФ, экологическому мониторингу и прогнозу погоды. Каждый год проводились испытания новых приборов, характеристики которых постоянно улучшались. Для проведения натурных экспериментов было оборудовано несколько типов самолетов-лабораторий. География комплексных радиофизических исследований охватывала практически все моря России.

Важным этапом в развитии радиофизических

исследований стало использование космических радиолокаторов с синтезированной апертурой, установленных на орбитальных станциях **“Космос-1870”** и **“Алмаз-1”**. Анализ полученных с их помощью радиоизображений позволил детально исследовать Мировой океан, в частности, следы разливов нефтепродуктов, крупные течения. Микроволновые методы дистанционного зондирования суши, предложенные ИКИ, включены в программу Международной космической станции.

Лаборатория космогеофизики, выделившаяся из отдела В.С. Эткина в 1983 г., становится самостоятельным **отделом космогеофизики**. Она изучает проблемы самоорганизации, зарождения крупномасштабных структур в сплошных средах, хаотической динамики нелинейных систем. Учеными отдела, в частности, был открыт спиральный механизм динамогенерации крупномасштабных вихревых структур в атмосфере с мелкомасштабной спиральной турбулентностью. Подготовлена программа наблюдений природных катастроф с борта МКС. Создается база данных атмосферных вихрей, чтобы прогнозировать движение мощных циклонов.

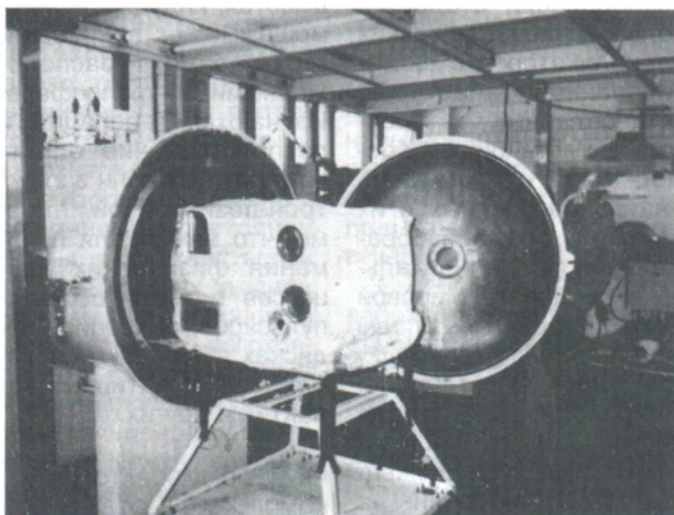
Важное направление работ отдела – **плазменные исследования**, в том числе связанные с проблемой электромагнитных эффектов на ионосферных и магнитосферных

высотах, индуцированных мощными вихревыми структурами, расположенными в тропосфере. Изучаются генерация и распространение электромагнитных волн в электрон-позитронной плазме, что важно для понимания физических процессов в магнитосферах пульсаров, аккреционных дисках в звездных системах, ядрах активных галактик и других.

НАУЧНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ И КОМПЛЕКСНЫЕ ОТДЕЛЫ

Лаборатория дистанционных методов зондирования Земли переведена в ИКИ в 1981 г. из Института океанологии (ИО РАН). Накопленный еще сотрудниками лаборатории ИО РАН опыт спутниковых измерений позволил им в ИКИ приступить к разработке 18-канальной спектрометрической аппаратуры МКС-М в области спектра 404-880 нм, который затем прошел апробацию на спутниках **“Интеркосмос”** и орбитальной станции **“Салют-7”**.

Многоспектральные измерения были продолжены модифицированным прибором МКС-М2 с ОК **“Мир”**. Результаты исследований показали перспективность спектрально-угловых методик зондирования, учитывающих пространственно-временные вариации состояния системы **“поверхность – атмосфера”**, использованных при разработке совместно с германскими специали-



Подготовка к термовакуумным испытаниям научной аппаратуры космического аппарата. Контрольно-испытательная станция ИКИ РАН

стами видео-спектрометра МОЗ-Обзор, испытанного на модуле "Природа" ОК "Мир".

В настоящее время сотрудники лаборатории участвуют в создании бортового Фурье-спектрометра для метеопрогноза и экологического мониторинга. Прибор предполагается разместить на метеоспутнике **"Метеор-ЗМ"** и российском сегменте МКС. Основная задача измерений – получить вертикальные профили температуры, влажности, озона, общего содержания газовых составляющих атмосферы и оптической толщи аэрозоля.

В 1976 г. в ИКИ организуется **лаборатория активной диагностики** для проведения экспериментов в космосе. В ходе реализации первого проекта **"Аракс-Зарница"** (СССР-Франция) и в последующих экспериментах с участием сотрудников лаборатории осуществлено 10 ракетных пусков,

разработано 15 бортовых приборов, малогабаритные средства активного воздействия на окружающую среду, наземный оптический измерительный комплекс.

Участие лаборатории в проекте "Вега" заключалось в лазерном моделировании высокоскоростного удара пылевых частиц о мишень, что важно для понимания процессов в масс-спектрометре АМС. Для проекта **"Фобос"** изготовлены уникальные дистанционные масс-анализаторы ЛИМА-Д и ДИОН. Лаборатория работает над созданием компактных лазерных масс-анализаторов для решения различного рода аналитических задач – от планетных исследований до экологии. Например, масс-рефлектор ЛАЗМА предназначен для элементного и изотопного анализа твердых тел. Разрабатываются методики использования приборов, регистрирующих

органические вещества и бактериальные формы жизни на планетах и их спутниках.

Для успешного выполнения научных космических программ важна работа **комплексных отделов научно-технического обеспечения**, ответственных за адаптацию научной аппаратуры. Ими создавались блоки управления научной аппаратурой, дополнительные бортовые системы сбора и регистрации, хранения и передачи информации, контрольно-испытательное оборудование для проверки приборов на всех стадиях испытаний в ИКИ, на заводе и космодроме. На комплексные отделы возложены оперативная техническая и организационная работа по проектам в целом, согласование характеристик комплекса научной аппаратуры и КА, подготовка эксплуатационно-технической документации. Сотрудники этих отделов участвовали в приемке и испытаниях научных приборов.

Комплексные отделы тесно взаимодействуют с другими подразделениями и службами Института. Например, совместно с отделом микропроцессорной техники создан блок системы сбора научной информации для проекта "Интербол". Блок

предназначался для накопления и преобразования данных бортовых приборов в единый формат для передачи по радиоканалу на Землю. Блок полностью программируемый, его запоминающее устройство базируется на дисковой системе с емкостью в десятки раз большей, чем у стандартной для спутников "Прогноз".

Наземный испытательный комплекс ИКИ, аккредитованный в качестве комплексного испытательного центра Российской академии наук, входит в федеральную систему сертификации космической техники с правом проведения сертификационных испытаний научной аппаратуры КА. Комплекс оснащен оборудованием, позволяющим проводить испытания на механические (вибрацию, удар, линейные перегрузки), термовакuumные и климатические воздействия, а также испытания на электромагнитную совместимость,

испытания с помощью радиотелеметрических систем и электрическую прочность изоляции.

Исследовательская работа по выбору орбит КА, их навигации, ориентации, оптимальной стратегии измерений орбитальных параметров и коррекции траектории движения, точности определения траектории и предварительная обработка информации выполнялись **отделом космической динамики и математической обработки информации**. Он образован в 1988 г. на базе отделов баллистики и автоматизированной обработки телеметрической информации. Задача **отдела баллистики**, созданного в 1967 г., – математическое обеспечение космических миссий и навигационное сопровождение научных экспериментов на КА. **Отдел автоматизированной обработки телеметрической информации** возник из информационно-расчетного бюро, организованного по инициативе академи-

ка М.В. Келдыша в конце 50-х гг. в отделении прикладной математики Математического института АН СССР. Учеными отдела обеспечивалась навигационная поддержка исследований в проектах "Вега", "Интербол" и "Гранат".

Сегодня Институт переживает трудности из-за финансового кризиса. В 2000 г. планируется запуск только одного научного КА, санкционированы работы только по 7 научным проектам, но сроки их реализации постоянно сдвигаются. Предусматривается установка научных приборов на иностранных и российских КА военного и прикладного назначения, что снижает затраты на исследования. Положение российской космической науки трагическое и останется таким до тех пор, пока не будет найдена реальная возможность экономически поддерживать космонавтику.

Ю.И. ЗАЙЦЕВ

Информация

Бродячие планеты

Британские ученые Ф. Лукас и П. Роше нашли "свободно плавающие планеты" в районе туманности Ориона. Они использовали новую камеру 3,8-м Британского инфракрас-

ного телескопа на Гавайях. При инфракрасном обзоре в группе звезд, известной под названием Тrapeция Ориона, обнаружено 13 объектов с массами меньшими 13 масс Юпитера и более 100 коричневых карликов. Планеты не обращаются вокруг звезд, а дрейфуют в пространстве, подобно звездам.

Коричневые карлики и отдельные планеты быстро охлаждаются и перестают излу-

чать. Следовательно, найденные объекты очень молоды. С момента их рождения в туманности Ориона могло пройти не более миллиона лет. Открытие 13 бродячих планет только в одном скоплении заставляет предположить, что, возможно, такие небесные тела – вполне обычны в природе.

The Planetary Report, XX, 3,
May-June 2000

Программа “Спейс Шаттл”: хроника полетов*

В 1999 г. состоялось три запусков кораблей “Спейс Шаттл”, в том числе второй полет по графику сборки Международной космической станции (МКС) (Земля и Вселенная, 1999, № 2). В 2000 г. планировалось выполнить 7 полетов, из них – 6 экспедиций по обслуживанию МКС. Но в планах остались только 4. Программа миссии 2А.2 разбита на два полета корабля “Атлантис” из-за отсрочки запуска российского служебного модуля “Звезда”.

Корабль “Дискавери” по программе STS-96 стартовал 27 мая 1999 г. в 10 ч 49 мин 43 с** с космодрома на мысе Канаверал. Главная цель полета – доставка оборудования на первые модули МКС (“Заря” и “Юнити”).

В грузовом отсеке корабля размещались двойной лабораторный модуль “Спейсхэб” массой 7290 кг, негерметичная платформа ICC с грузами массой 1383 кг и спутник “Starshine” массой 160 кг. В модуле “Спейсхэб” находилось около 750 наименований грузов массой 1320 кг для оснащения МКС. В их числе – питьевая вода (311 кг), питание, аптечки, одежда, компьютеры для первой основной экспедиции, а также скафандры, средства фиксации к внешней поверхности станции, стыковочные механизмы, фотокамеры

и телеаппаратура. Впервые запущена открытая платформа для перевозки грузов ICC (Integrated Cargo Carrier – соединенный носитель грузов), изготовленная в РПК “Энергия” им. С.П. Королева. Она может нести до 2720 кг различного оборудования. На платформе были укреплены американский грузовой кран с 2,7-м стрелой массой 95 кг и элементы российской грузовой стрелы массой 90 кг, инструменты для ремонтных работ. КА “Starshine” (Звездный свет) представляет собой алюминиевую сферу диаметром 48 см с 877 зеркалами и массой 40 кг. Спутник создан в образовательных целях в Военно-морской исследовательской лаборатории США. Изготовлением зеркал для КА занимались около 25 тыс. школьников из 18 стран. В течение 8 мес школьники вели визуальные наблюдения за полетом спутника, рассчитывали его орбиту и регистрировали прохождение у звезд. Так определялась плотность атмосферы, а заодно приобретались знания в области математики, физики и астрономии.

Общий стартовый вес ракетно-космической системы составлял 2047,7 т, из них корабль “Дискавери” – 111,9 т (при посадке – 100,23 т), общая масса грузов на борту корабля – около 10 т.

Международный экипаж корабля состоял из 7 астронавтов (в их числе 3 женщины): командир – капитан 2-го ранга ВМС США Кент Роминджер (Kent V. Rominger) (3-й полет, 332-й астронавт мира, 210-й астронавт США), пилот – подполковник ВВС США Рик Ха-

сбанд (Rick D. Husband) (1-й полет, 386-й астронавт мира, 242-й астронавт США), 1-й специалист полета – доктор Тамара Джерниган (Tamara E. Jernigan) (5-й полет, 251-й астронавт мира, 156-й астронавт США), 2-й специалист полета (бортинженер) – доктор Эллен Очоа (Ellen L. Ochoa) (3-й полет, 288-й астронавт мира, 180-й астронавт США), 3-й специалист полета – доктор Дэниел Барри (Daniel T. Barry) (2-й полет, 341-й астронавт мира, 217-й астронавт США), 4-й специалист полета – капитан ВВС Канады Жюли Пайетт (Julie Payette) (1-й полет, 387-й астронавт мира, 8-й астронавт Канады) и 5-й специалист полета – полковник ВВС РФ Валерий Иванович Токарев (1-й полет, 388-й астронавт мира, 91-й космонавт России).

После нескольких маневров корабль вышел на орбиту стыковки с МКС: высота 380 × 402 км, наклонение 51,59° и период обращения 92,15 мин. Стыковка ко второму узлу модуля “Юнити” МКС прошла 29 мая в 4 ч 24 мин. 29-30 мая Т. Джерниган и Д. Барри выходили в открытый космос. В течение 7 ч 55 мин они смонтировали на адаптере модуля “Юнити” (единство) американский грузовой кран и элементы российской грузовой стрелы грузоподъемностью 3 т, закрепили три комплекта инструментов для работы следующих экипажей МКС.

В течение пяти дней экипаж выполнил программу по графику сборки МКС (2А.1) – установил в модулях новое оборудование, перенес 1618 кг привезенных грузов (7 емкостей с водой, укладки с питани-

* Продолжение. Начало см.: 1993, №№ 2, 3; 1994, № 5; 1995, №№ 2, 4, 5; 1996, №№ 1, 3, 6; 1997, № 4; 1998, №№ 1, 3; 1999, № 4.

** Здесь и далее время приведено по Гринвичу.

Российский космонавт В.И. Токарев проверяет работу систем модуля "Заря". Фото NASA

ем, одежду, компьютерное оборудование, электроприборы, запасные части, мешки для мусора и другое), заменил вышедшую из строя аппаратуру и проверил работу некоторых систем модуля "Заря", а также провел 19 экспериментов. В конце совместного полета корабля и станции с помощью двигателей "Дискавери" повышена орбита МКС (391×396 км).

3 июня в 22 ч 39 мин "Дискавери" расстыковался с МКС и перешел на более высокую орбиту – 389×405 км. 5 июня в 5 ч 31 мин из контейнера в грузовом отсеке корабля пружинными толкателями выброшен спутник "Starshine", оставшийся на орбите высотой 381×395 км, наклонением $51,59^\circ$ и периодом обращения 92,25 мин.

Экспедиция КК "Дискавери" завершилась ночью 6 июня в 6 ч 02 мин 43 с на посадочной полосе № 15 Космического центра им. Д. Кеннеди. Длительность полета составила 9 сут 19 ч 13 мин 01 с.

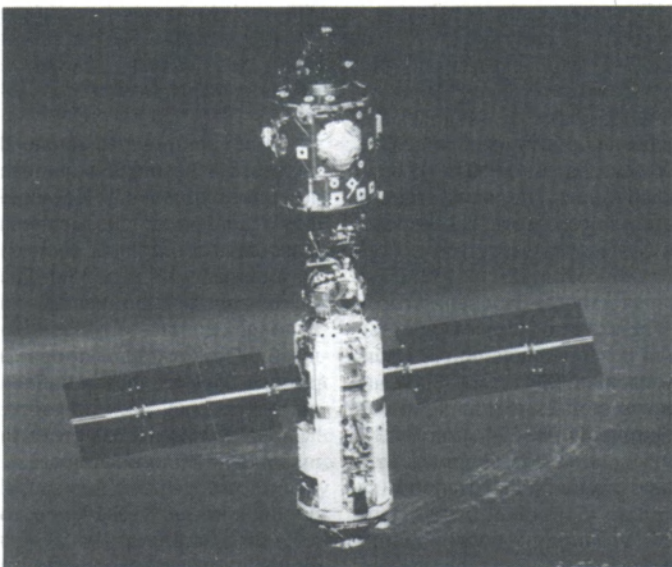
26-й полет корабля "Колумбия" начался 23 июля в 4 ч 31 мин. Впервые командиром корабля стала женщина-космонавт. Главная задача программы STS-93 – выведение на орбиту американской рентгеновской обсерватории "Чандра" (СХО или AXAF) (Земля и Вселенная, 2000, № 4). Почти весь грузовой отсек (17,4 м) занимал КА "Чандра" массой 5865 кг с двухступенчатым твердотопливным разгонным



блоком IUS массой 13872 кг. Стартовый вес транспортной системы составил 2052,38 т, в том числе вес "Колумбии" (самый большой за 19 лет полетов) – 122,534 т, при посадке корабль весил 99,7 т.

В состав международного экипажа корабля вошли 5 человек (из них 2 женщины): командир – полковник ВВС США Айлин Коллинз (Eileen M. Collins) (3-й полет, 321-й астронавт мира, 203-й астронавт

США), пилот – капитан 1-го ранга ВМФ США Джеффри Эшби (Jeffrey S. Ashby) (1-й полет, 389-й астронавт мира, 243-й астронавт США), 1-й специалист полета – подполковник ВВС США Катерина Коулман (Catherine G. Coleman) (2-й полет, 333-й астронавт мира, 211-й астронавт США), 2-й специалист полета (бортинженер) – доктор Стивен Хаули (Steven A. Hawley) (5-й полет, 146-й астронавт мира, 76-й ас-



Первые модули Международной космической станции, сфотографированные из кабины корабля "Дискавери" при ее облете. Фото NASA



Экипаж "Колумбии" (STS-93) в кабине корабля. Первый ряд – А. Коллинз и М. Тонини, второй ряд – С. Хаули, Д. Эшби и К. Колман

тронавт США) и 3-й специалист полета – полковник ВВС Франции Мишель Тонини (Michel Tognini) (2-й полет, 275-й астронавт мира, 3-й космонавт Франции).

Несмотря на две неполадки при старте, "Колумбия" вышла на орбиту высотой 272×289 км, наклонением $28,46^\circ$ и периодом обращения 89,9 мин. Через 1 ч 40 мин открыты створки грузового отсека, и началась подготовка к запуску обсерватории "Чандра". 23 июля в 11 ч 47 мин над Индонезией с помощью манипулятора экипаж вынул связку космический аппарат – разгонный блок. После этого корабль удалился на безопасное расстояние (55 км) от "Чандры", перейдя на орбиту высотой 287×306 км. Затем в 12 ч 48 мин включилась первая степень разгонного блока IUS, переводя КА на промежуточную орбиту высотой 226×13841 км. Через 3 мин заработала вторая ступень, и обсерватория вышла на первоначальную орбиту высотой 330×72030 км, наклонением $28,45^\circ$ и периодом обращения 24 ч 24 мин. В 13 ч 49 мин от КА отделилась вторая ступень IUS. Позднее с помощью бортовой двигательной установки обсерватория "Чандра" перешла на двухсу-

точную рабочую орбиту высотой в перигее 10 тыс. км и апогее 140 тыс. км.

В течение следующих четырех дней экипаж выполнил 13 экспериментов и 9 дополнительных заданий в области астрономии, технологии, биологии и медицины. В частности, М. Тонини с помощью радиолобительской аппаратуры связался с другим французским космонавтом Ж.-П. Эньере, работающим на ОК "Мир". Экипаж провел фотометрические наблюдения планет Солнечной системы в диапазоне 200–1000 нм и эксперимент по отработке режима развертывания 60-м фермы, используемой в программе полета STS-99.

Полет закончился ночью 28 июля в 3 ч 20 мин 35 с на посадочной полосе № 33 Космического центра им. Д. Кеннеди. Длительность полета составила 4 сут 22 ч 49 мин 35 с. Расследование одной из причин неполадки при запуске "Колумбии" заставило провести ремонт электрических кабельных сетей на всех кораблях "Спейс Шаттл". Из-за этого запуски отложили на полгода.

Старт корабля "Дискавери" по программе STS-103 состоялся 20 декабря в 0 ч 50 мин. Основной задачей полета стал

срочный ремонт и замена вышедшего из строя оборудования Космического Телескопа им. Э. Хаббла (КТХ), запущенного на орбиту 25 апреля 1990 г. Это третья миссия по обслуживанию КТХ, предыдущие состоялись в 1993 г. (STS-61) и 1997 г. (STS-82). За прошедшие годы отказали 4 из 6 гироскопов системы ориентации, поэтому стало невозможно проводить астрономические наблюдения. 14 ноября 1999 г. выполнение научной программы КТХ прекратилось. Ремонтные работы телескопа задержал ремонт самого корабля (запуск переносился 8 раз, и длительность полета сократили с 10 до 8 сут). В грузовом отсеке "Дискавери" размещались негерметичная платформа "Спейслэб" (ESA) с блоками гироскопов для КТХ, поворотная платформа со стыковочным кольцом по фиксации и удерживанию КТХ во время ремонта, два комплекта крепления скафандров (якорей) на манипуляторе и внешняя шлюзовая камера, используемая при выходах в открытый космос. Предусматривалось выполнить четыре выхода в космос по 6 ч.

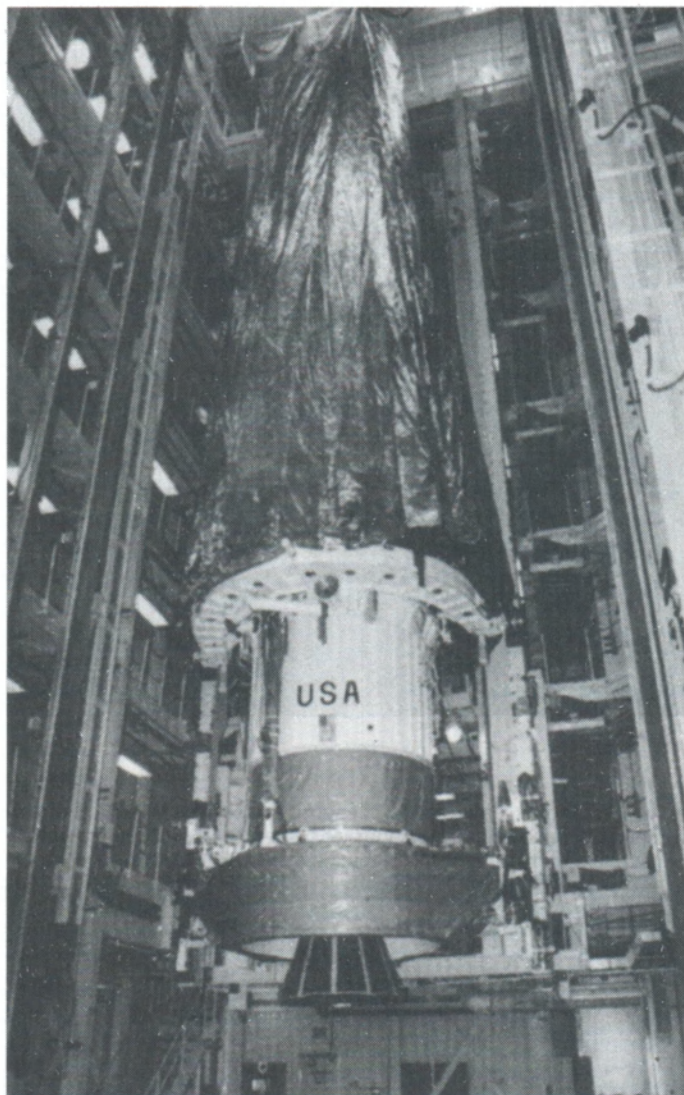
Стартовая масса "Дискавери" – 2044,23 т, из них масса корабля составляла 112,49 т (при посадке – 95,76 т), общая масса платформ, шлюзовой камеры и ремонтного оборудования – 7,9 т.

На корабле отправился международный экипаж из 7 человек: командир – полковник ВВС США Кертис Браун-мл. (Curtis L. Brown, Jr.) (6-й полет, 279-й астронавт мира, 174-й астронавт США), пилот – капитан 3-го ранга ВМФ США Скотт Келли (Scott J. Kelly) (1-й

полет, 390-й астронавт мира, 244-й астронавт США), руководитель работ с полезной нагрузкой (1-й специалист полета) – Стивен Смит (Steven L. Smith) (3-й полет, 316-й астронавт мира, 200-й астронавт США), 2-й специалист полета (бортинженер) – Жан-Франсуа Клервуа (Jean-Francois Clervoy) (3-й полет, 319-й астронавт мира, 4-й астронавт ESA, 5-й астронавт Франции), 3-й специалист полета – доктор Джон Грунсфельд (John M. Grunsfeld) (3-й полет, 322-й астронавт мира, 205-й астронавт США), 4-й специалист полета – доктор Майкл Фоул (Colin M. Foale) (5-й полет, 268-й астронавт мира, 168-й астронавт США) и 5-й специалист полета – капитан ВВС Швейцарии Клод Николье (Claude Nicollier) (4-й полет, 277-й астронавт мира, 3-й астронавт ESA, 1-й астронавт Швейцарии).

После нескольких маневров 20 декабря корабль вышел на орбиту сближения с КТХ высотой 588×611 км, наклонением $28,47^\circ$ и периодом обращения 96,53 мин. 21 декабря в 0 ч 34 мин манипулятор корабля захватил телескоп и установил его на поворотную платформу грузового отсека.

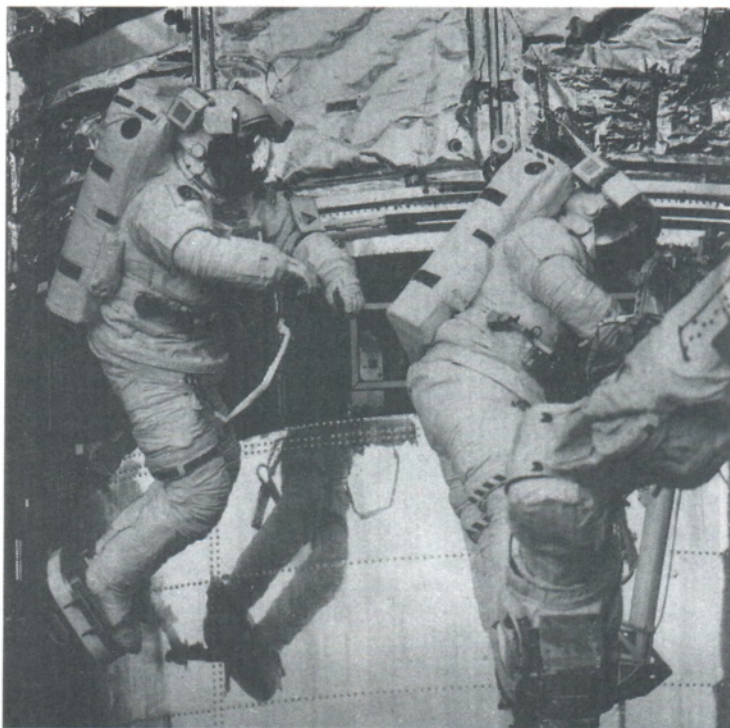
Первый выход в открытый космос состоялся **22 декабря**. За 8 ч 15 мин астронавты С. Смит и Д. Грунсфельд вынули из КТХ старые гироскопы и установили три блока новых, подключили их к системе энергоснабжения и закрыли крышками, с трудом открыли клапаны охлаждающей жидкости в камере-спектрометре NICMOS и затем закрыли створки ее отсека. Кроме того, они поставили защитные устройства от перепода напряжения на шести



аккумуляторных батареях, сменили три устройства на кабелях солнечных батарей. **23 декабря** во время **второго выхода** М. Фоул и К. Николье установили новый компьютер с процессором массой 32 кг, заменили датчик точного гидрирования FGS-2R (небольшой телескоп для астрометрических измерений размерами $1,68 \times 1,22 \times 0,61$ м и массой 217 кг) и подключили к нему систему энергоснабжения. Работы астронавтов в открытом космосе продолжались 8 ч 10 мин.

Третий выход в космос состоялся **24 декабря**. За 8 ч 08 мин работы астронавты С. Смит и Д. Грунсфельд присоединили кабель к датчику FGS-2R, заменили один из радиопередатчиков для трансляции информации на Землю через спутник связи TDRS, установили новое записывающее устройство емкостью до 12 Гбит и закрыли два отсека стальными листами в местах повреждения теплоизоляции.

Успешно выполнив ремонт телескопа, проверив работу



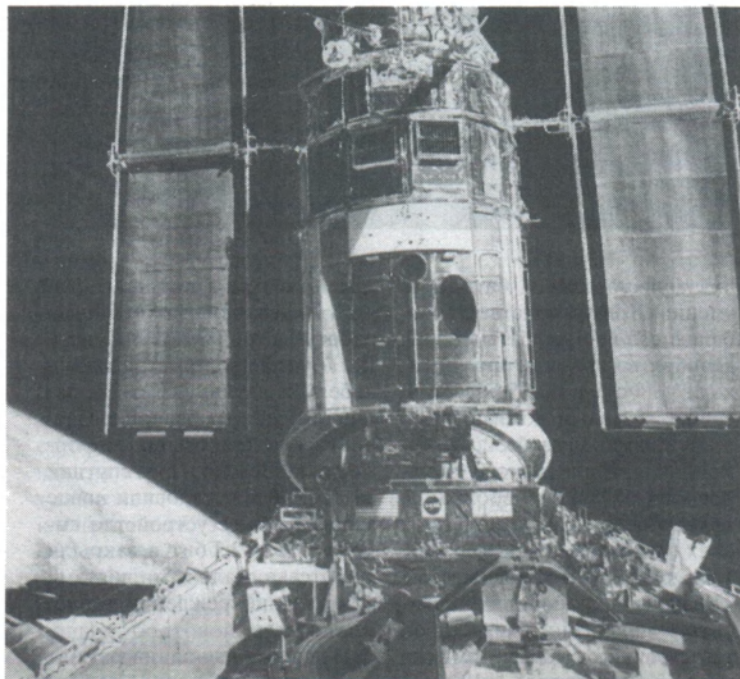
М. Фоул и К. Николье в открытом космосе во время ремонта Космического Телескопа им. Э. Хаббла (23 декабря 1999 г.) Фото NASA

его систем и открыв светозащитную крышку зеркала, с помощью манипулятора “Дискавери” **25 декабря** в 23 ч 03 мин КТХ вновь отправили в автономный полет. После маневра ухода от КТХ корабль перешел на орбиту высотой 557×610 км. В этот же день экипаж провел пресс-конференцию и обратился с поздравлением по случаю возобновления исследований КТХ ко всему человечеству на пяти языках.

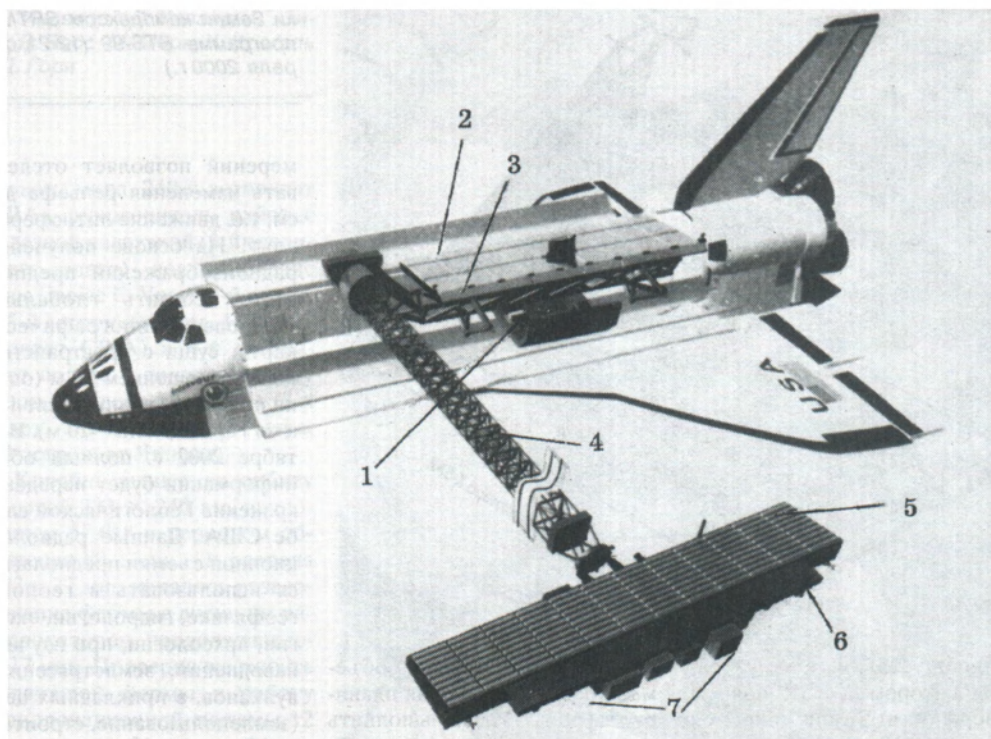
27-й полет “Дискавери” завершился на 119-м витке ночью **28 декабря** в 0 ч 0 мин 47 с. Длительность экспедиции составила 7 сут 23 ч 10 мин 47 с.

97-й полет по программе “Спейс Шаттл” начался **11 февраля 2000 г.** в 17 ч 43 мин 40 с со стартового комплекса LC-39A во Флориде. Основной задачей программы STS-99 стала высокоточная радиолокационная глобальная съемка рельефа суши в интересах Управления наук о Земле NASA и Национального картографического агентства Министерства обороны США. В проекте также участвовали Немецкий аэрокосмический центр (DLR) и Итальянское космическое агентство.

На корабле “Индевор” размещался радиолокационный комплекс SRTM (Shuttle Radar Topography Mission – Радиолокационная топографическая задача “Спейс Шаттла”) массой 13,6 т. Он включал два ин-



Вид из кабины КК “Дискавери” на грузовой отсек корабля во время совместного полета с КТХ (внизу – стыковочный узел на поворотной платформе для фиксации телескопа). Фото NASA



Размещение радиолокационного комплекса SRTM в грузовом отсеке КК "Индевор": 1 – платформа для крепления панелей радиолокатора главной антенны и модуля электроники, 2 – антенна С-диапазона главного радиолокатора, 3 – антенна Х-диапазона, 4 – 60-м выдвижная ферма, 5 – антенна С-диапазона на внешней радиолокатора, 6 – антенна Х-диапазона, 7 – блок электроники внешней радиоантенны

терферометрических радиолокатора с синтезированной апертурой – главной антенны в грузовом отсеке и внешней антенны на конце выдвижной фермы. В состав комплекса SRTM входили американский радиолокационный интерферометр X-SAR и германо-итальянский радиолокатор SIR-C. Главная антенна состояла из двух панелей радиолокатора длиной около 12 м, излучающих импульсные радиосигналы в диапазонах С (длина волны 5,6 см) и Х (3,1 см), модуля электроники и фермы крепления. Радиолокатор устанавливался на платформе и занимал почти весь грузовой отсек корабля. Внешняя антенна длиной 8 м и массой 360 кг со-

стояла из двух приемных антенн отраженных сигналов диапазонов С и Х, двух приемников глобальной навигационной системы GPS, мишени и углового отражателя. Принимаемые на внешнюю антенну радиолокационные сигналы передавались по кабелю на борт КК. Лазерный дальномер определял длину выдвижной фермы с точностью до 3 мм, принимая отраженные импульсы от углового лазерного отражателя, установленного на внешней антенне. Ориентация в пространстве корабля и главной радиоантенны определялась с точностью до 1'' с помощью звездного датчика, а относительное движение внешней антенны – с использо-

ванием гироскопа. Ферма (87 секций, масса 75 кг) с внешней антенной выдвигалась на длину 60,95 м в сторону левого борта корабля из цилиндрического контейнера диаметром 1,36 м и длиной 2,92 м. Контейнер массой 620 кг установили в передней части грузового отсека "Индевора" между внешней шлюзовой камерой для выхода в открытый космос и панелями главной радиоантенны. Выдвижная ферма – наиболее длинная космическая конструкция – разработана Лабораторией реактивного движения и изготовлена компанией AEC-Able Engineering (США).

Радиолокационный комплекс последовательно сканировал четыре полосы общей

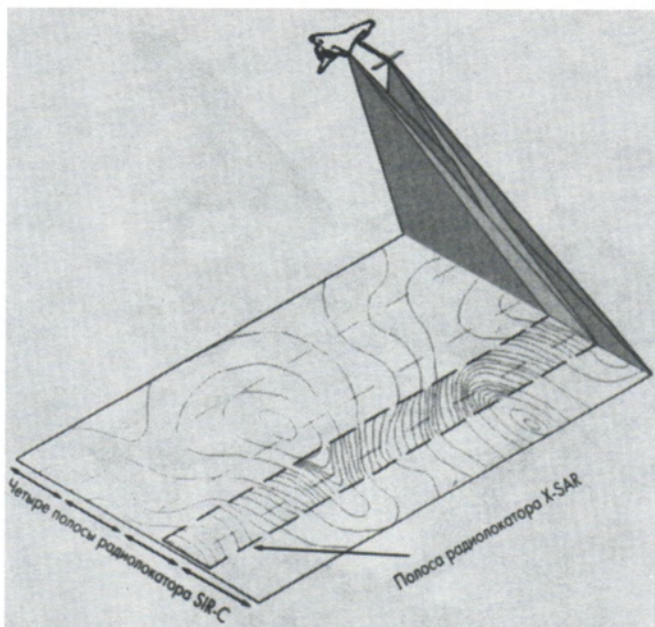


Схема радиолокационной съемки Земли комплексом SRTM по программе STS-99 (12-21 февраля 2000 г.)

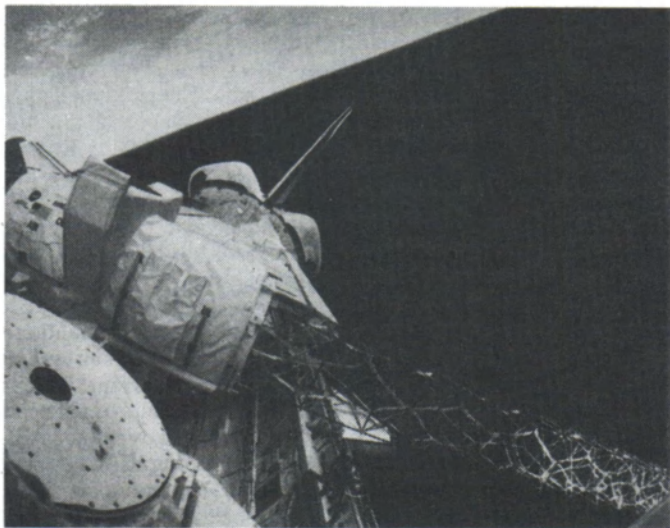
шириной 225 км. Съемка радиолокатором X-SAR полосы поверхности Земли шириной 50 км частично перекрывала третью и четвертую полосы SIR-C. В течение 1 мин съемкой охватывалась площадь 100 тыс. км², при этом поток информации доходил до 180 Мбит/с и его невозможно было ретранслировать на приемные

станции из-за большого объема. После возвращения планируется за 1,5-2 года выполнить наземную компьютерную обработку данных радиолокационных изображений. Запись производилась на кассеты с объемом памяти около 325 Гбит, потребовалось 332 кассеты с общим объемом информации почти 12 Тбайт! Точность из-

мерений позволяет отслеживать изменения рельефа до 1 см, т.е. движение литосферных плит! На основе полученных радиоизображений предполагается создать глобальные цифровые топографические карты суши с пространственным разрешением 30 м (ошибки по высоте не превысят 10 м, а по горизонтали – 20 м). В октябре 2002 г. полный объем информации будет передан на хранение Геологической службе США. Данные радиолокационной съемки предполагается использовать в геологии, геофизике, гидрологии, экологии, археологии, при изучении наводнений, землетрясений и вулканов, в прикладных целях (землепользование, строительство и транспорт).

Стартовая масса транспортной системы составила 2050,42 т, в том числе КК "Индевор" – 116,37 т, при посадке корабль весил 102,36 т, общая масса оборудования – 16,8 т.

В состав международного экипажа вошли **6 астронавтов** (из них 2 женщины): командир – полковник ВВС США Кевин Крегел (Kevin R. Kregel) (4-й полет, 327-й астронавт мира, 207-й астронавт США), пилот – капитан 2-го ранга ВМФ США Доминик Гори (Dominic L. Gorie) (2-й полет, 379-й астронавт мира, 239-й астронавт США), 1-й специалист полета – доктор Герхард Тиле (Gerhard P. Thiele) (1-й полет, 391-й астронавт мира, 8-й астронавт ESA, 9-й астронавт ФРГ), 2-й специалист полета (бортинженер) – доктор Дженет Каванди (Janet L. Kavandi) (2-й полет, 380-й ас-



Развертывание 60-м фермы внешнего радиолокатора корабля "Индевор". Фото NASA

тронавт мира, 240-й астронавт США), руководитель работ с полезной нагрузкой (3-й специалист полета) – доктор Дженис Восс (Janice E. Voss) (5-й полет, 295-й астронавт мира, 185-й астронавт США) и 4-й специалист полета – доктор Мамору Мори (Mamoru M. Mohri) (2-й полет, 282-й астронавт мира, 2-й астронавт Японии).

Корабль вышел на орбиту высотой 233×240 км, наклонением $57,01^\circ$ и периодом обращения 89,2 мин. 11 февраля в 23 ч 27 мин началось развешивание фермы с внешним радиолокатором, продолжавшееся 17 мин. Проверив жесткость выдвижной фермы и работу радиолокационной системы 12 февраля в 5 ч 31 мин над Мальдивскими островами приступили к первому сеансу съемки. Несмотря на отказ демпферов для подавления колебаний фермы, к середине того же дня с помощью комплекта SRTM зондировано 4,5 млн км² поверхности с отличным качеством изображения. Полет "Индевора" проходил на низкой орбите и тормозился атмосферой, поэтому время от времени выполнялись маневры повышения высоты (всего 7 коррекций). Чтобы не убирать 60-м ферму, корабль разворачивали фермой кверху и включали двигатели. 13 февраля возникла неисправность двигателя у внешней радиоантенны. Пришлось поддерживать ориентацию полета с помощью микродвигателей управления



корабля, что повлекло дополнительный расход топлива. По заявкам 75 школ из США, ФРГ, Франции и Японии проведена съемка отдельных участков Земли (2715 снимков) с помощью цифровой фотокамеры. Экипаж выполнил также 10 дополнительных заданий, в основном медицинских.

21 февраля на 159-м витке над Австралией завершилась работа комплекса SRTM, после этого с третьей попытки была сложена выдвижная ферма с антенной радиолокатора. За 222 ч 23 мин работы (из них почти 2/3 времени корабль находился над океанами) радиолокационной съемкой охваче-

но 99,9% суши – 123 млн. км² между 60° с.ш. и 56° ю.ш. (в том числе повторно – 94,6%), где проживает 95% населения планеты.

14-й полет корабля "Индевор" завершился 22 февраля 2000 г. в 23 ч 22 мин 30 с на посадочной полосе № 33 Космического центра им. Д. Кеннеди. Длительность экспедиции составила 11 сут 05 ч 38 мин 50 с.

(По материалам NASA и DASA, журналов "Spaceflight", "Space Shuttle News", "Flieger Revue" и "Новости космонавтики")

С.А. ГЕРАСЮТИН

Книга, посвященная В.В. Соболеву

Издательство Санкт-Петербургского университета выпустило сборник, посвященный одному из крупнейших астрофизиков-теоретиков XX в. академику Виктору Викторовичу Соболеву (1915–1999). В качестве эпиграфа приведены слова В.В. Соболева: *“Ученый – не тот, кто занимается наукой, а тот, кто не может ею не заниматься...”*, – которое в полной мере относится и к самому академику, и к его ученикам – членам школы Соболева, десяткам астрофизиков, выпестованных им.

Открывающая сборник статья В.В. Иванова “Памяти В.В. Соболева” – удивительное повествование о научной деятельности академика, о его очень своеобразной и весьма результативной деятельности в качестве администратора, о манере руководства учениками, тоже необычной, но очень эффективной, на первых порах обеспечивающей получение высоких научных результатов под внимательным присмотром учителя, а затем выводящей их на самостоятельную дорогу в науке. Особенно интересны для читателя страницы, рассказывающие о самом В.В. Соболеве.

Далее идут две статьи В.В. Соболева “Астрономия в Ленинградском университете с 1931 г. по 1979 г.” и “Взгляд на развитие теории переноса”, и его «Интервью журналу “Санкт-Петербургский университет”» от 1995 г., взятое к 80-летию юбилею ученого. Первая статья, написанная к 100-летию Астрономической обсерватории ЛГУ, ценна не только как свидетельство очевидца, но и как историко-ас-



трономическое исследование. Интересно, что вторая статья – текст доклада, прочитанного на симпозиуме к 100-летию интегрального уравнения переноса в 1990 г., а сам этот симпозиум – компромисс между В.В. Соболевым, не любившим официальных славословий в свою честь, и его учениками, желавшими все-таки отметить 75-летний юбилей учителя. В.В. Соболев сам предложил такой вариант, чтобы попутно восстановить историческую справедливость – ведь в свое время открытие профессором Петербургского университета О.Д. Хвольсоном уравнения переноса излучения не было замечено астрофизиками.

Следующая статья «Феномен по имени “Соболев”» – интервью журналу “Санкт-Петербургский университет”, взятое у сотрудников Астрономического НИИ СПбГУ В.В. Иванова, В.В. Витязева и К.В. Холшевникова. Почти не гово-

рится о научных заслугах академика, упор сделан на его человеческие качества. Человек скромный, он в то же время обладал обостренным чувством собственного достоинства. Так, он ни разу не ездил за границу, несмотря на приглашения. Не хотел бегать по инстанциям и стоять перед выездной комиссией – этого в прежнее время не мог избежать даже академик. Зато любил путешествовать по своей стране. Отлично знал старый Петербург, историю почти каждого дома. Любил поэзию, знал очень много стихов.

Добрый юмор с “астрономическим уклоном” звучит в следующей статье сборника: “VV Sobolev: уникальный астрономический объект”. Приводится краткая сводка результатов многолетних наблюдений объекта VV Sobolev в различных диапазонах – научном, педагогическом, организационном. Статья была оглашена в 1995 г. К ней было и серьезное приложение – выдержки со словом SOBOLEV из более сотни статей, опубликованных за рубежом в 1985–95 гг.

Завершают сборник работы В.В. Соболева: “Диффузия L_{α} -излучения в туманностях и звездных оболочках” (1957) и “К теории диффузии излучения” (1958). В отличие от предыдущих, эти статьи доступны далеко не всякому. Далее следуют 13 страниц “Списка трудов В.В. Соболева”.

Сборник интересен всем, интересующимся историей естествознания, но, главное, прочитав книгу, вы почувствуете, сколь незаурядной личностью был академик Виктор Викторович Соболев.

Космический разум и черные дыры: от гипотезы к научной фантастике

В.А. ЛЕФЕВР,
доктор философии, Университет штата Калифорния,
Ирвайн, США

Ю.Н. ЕФРЕМОВ,
доктор физико-математических наук, профессор
Государственный астрономический институт
им. П.К. Штернберга МГУ

Проблема существования внеземного разума остается нерешенной несмотря на то, что в нашей Вселенной нет уже уголков, сокрытых от взоров исследователей. Но уникальность земного разума была бы величайшей загадкой мироздания. Авторы статьи, психолог и астроном, рассматривают

возможные выходы из тупика. Один из них упоминался и раньше – вероятность найти поблизости от нас цивилизацию нашего типа и уровня развития очень мала, а признаки существования далеко обогнавшего нас разума мы не распознаем как таковые, а интерпретируем их как естественные объекты

или явления. Авторы полагают, что в рамках предположения о существовании инвариантных структур сознания, обоснованного в современной психологии, есть возможность отождествить некоторые феномены как проявления деятельности неизмеримо чуждых нам форм разума.

ПРОБЛЕМА ПОИСКА ВНЕЗЕМНЫХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

Эта статья написана двумя уже немолодыми людьми. Впервые они встретились полвека назад в Астрономическом кружке Московского планетария. Потом один из них стал профессиональным астрономом, а другой – специалистом в психоло-

гии и антропологии. Как и других юных любителей астрономии, собиравшихся в Звездном зале планетария, их особенно волновал вопрос – **одиноки ли мы во Вселенной?** Он навсегда остался с нами, как и память о мерцании звезд на куполе планетария и обо всей праздничной атмосфере приобщения к Знанию. Не случайно быв-

ший кружковец Н.С. Кардашев, ныне академик, стал одним из пионеров поиска внеземных цивилизаций.

К сожалению, эта проблема и сегодня не имеет серьезного научного статуса. Одна из причин в том, что энтузиасты поиска ставят задачи, руководствуясь лишь интуицией и здравым смыслом. Гипотезы о характере активности

внеземного разума, по существу, мало чем отличаются от свободных построений писателей-фантастов. Поиск космических цивилизаций приобретет статус строго научной задачи, если удастся создать теоретическую модель мира, естественной компонентой которой станет разумный субъект. Такая модель, связав феномен разума с физической картиной Вселенной, прояснит вопрос, какого рода физические объекты мы должны искать.

Подобная задача вполне соответствует духу естествознания на рубеже веков. Мы – свидетели новой научной революции в физике, вполне сравнимой с той, в результате которой появилась квантовая механика. Сейчас происходит объединение квантовой механики с общей теорией относительности. Исследования ведутся в двух направлениях, кодовые названия которых “квантовая гравитация” и “теория струн”. В этой статье мы пытаемся привести ряд теоретических и эмпирических аргументов в пользу того, что научная революция может завершиться неожиданно – включением в единую картину мира самого познающего субъекта. Именно объединенная модель сможет указать нам, каковы объективные признаки разумных субъектов.

МОЛЧАНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

Сегодня, располагая детальной панорамой Вселенной, мы не обнаруживаем никаких препят-

ствий для неограниченного распространения в ней однажды зародившейся разумной жизни... Однако поиски внеземного разума пока безрезультатны. Энрико Ферми своим знаменитым вопросом “Где ОНИ?” превратил отсутствие следов иного разума в научный парадокс, изменивший сам подход к проблеме. М. Харт и И.С. Шкловский предложили радикальное разрешение этого парадокса: ОНИ молчат потому, что их просто нет. Другое радикальное разрешение отражено в реплике: “Кто не молчал, того уже нет”, брошенной Р. Зубриным на конференции в Колорадо в 1998 г. во время выступления одного из авторов. Эта мысль высказывалась и раньше. Представим себе, например, что высшие формы разума относятся к низшим формам, как мы к вредным насекомым. Их уничтожают после первого же радиописка...

Однако молчанию Вселенной может быть и менее радикальное объяснение. Ведь эпохи сходного технологического уровня цивилизаций должны совпасть, чтобы они могли опознать друг друга. Характерная шкала технологического развития на Земле, считать ли от Максвелла–Герца или от Попова–Маркони, всего 100-150 лет. Даже от древних греков прошло всего лишь на порядок больше времени, тогда как возраст старейших звезд больше на восемь порядков. Нельзя пред-

ставить себе возможности человечества даже через сто лет, не говоря уже о миллиарде – если только будет продолжено развитие науки и само наше существование...

Последние 40 лет мы пытаемся ловить радиосигналы (отнюдь не подавая их сами! – если не считать утечки радиоволн и редчайших случаев посылки направленных сигналов радиотелескопами), но давно уже слышны голоса сторонников поиска сигналов в оптическом или рентгеновском диапазоне. Нетрудно вообразить, что еще через 40 лет речь будет идти о нейтринно или гравитационных волнах, а затем и о чем-то неведомом нам вообще.

Так или иначе, нелегко представить появление разума иным путем, чем в ходе биологической эволюции. Поэтому допустим предположение, что на какой-то стадии развития техника и уровень понимания действительности были сходны у всех цивилизаций во Вселенной. Проблема состоит именно в очень высоком темпе развития технологической цивилизации и в громадном, в несколько миллиардов лет, разбросе возрастов звезд с нормальным содержанием тяжелых элементов – а значит, и в разбросе возрастов планет, на которых может появиться жизнь, и моментов старта разумной жизни. Поэтому вероятность одновременного нахождения двух цивилизаций на сходных стадиях развития, до-

пускающих опознание одной из них другой, очень мала и шансы найти братьев по разуму вблизи нас ничтожны.

Однако ничтожная вероятность встретить "братьев по разуму" не означает, что пора прекращать поиски. Может быть, мы еще не заметили ИХ просто потому, что мало искали. Дальнейшие поиски необходимы. Особенно перспективным представляется исследование звездных скоплений, возраст звезд которых практически одинаков, а размеры составляют световые недели, так что жители звездных скоплений могут вести реальный обмен информацией. Мощность их направленных сигналов может быть велика, и мы могли бы оказаться на продолжении радиолуча...

Шаровые скопления с возрастом около 15 млрд лет, содержащие миллионы звезд, были бы наиболее интересны, если бы не два обстоятельства. В их звездах содержание тяжелых элементов мало, а плотность центральных частей этих скоплений столь велика, что орбиты планет вокруг звезд могут быть неустойчивы. Для поиска жизни, похожей на нашу, более благоприятны старые рассеянные скопления с нормальным химическим составом и возрастом до 10 млрд лет – такие, как M67 или NGC188.

КАК ДОЛГО СУЩЕСТВУЕТ
РАЗУМ

Имеются все же сообщения, ставящие под

сомнение все эти возможности. Нельзя исключить вероятность, что понятия "жизнь", "техника" и даже "разум" отражают лишь низшие стадии развития космических самоорганизующихся систем. Высшие же стадии развития нельзя адекватно описать с помощью понятийного аппарата современной науки. В свое время Б.Н. Пановкин настойчиво подчеркивал возможность, что разные цивилизации могут иметь системы знаков и понятий, принципиально отличающиеся друг от друга, и взаимопонимание между ними просто невозможно.

Представим себе, что технологически и, следовательно, научно развитые цивилизации земного типа осознают, что через несколько столетий они превратятся в принципиально иные объекты, по отношению к которым выражение "ждать ответа от братьев по разуму" потеряет смысл. В этом случае у цивилизации не будет никакого стимула посылать кому-либо сигналы или искать их, проблема даже не возникнет. Такая цивилизация подобна гусенице, которая должна превратиться в бабочку. Гусеница, если она "осознает", что скоро превратится в бабочку, не будет посылать сообщения другим гусеницам. Допустим, понимание такой перспективы приходит одновременно с появлением технической возможности посылки сигналов на достаточно далекие расстояния. Тогда мы

получаем молчание Вселенной... И еще один аргумент в пользу перспективности перехвата сигналов, которыми, может быть, обмениваются цивилизации в областях с высокой плотностью звезд – в ядрах галактик или в звездных скоплениях.

Само понятие "разум" по отношению к космическим цивилизациям понимается часто в слишком узком смысле: способность системы решать очень трудные задачи, необходимые для выживания в сложной, иногда враждебной среде. В таком контексте центральным становится вопрос: "Является ли разум уникальным свойством лишь биологических систем?" Проблема была поставлена А. Тьюрингом с физической точки зрения еще в тридцатые годы и подробно рассмотрена основоположником кибернетики Н. Винером. В 1980 г. эта тема вновь звучала у Ф. Дайсона в связи с анализом проблемы бессмертия. Дайсон использовал функциональное определение жизни, в рамках которого существенна структура связи между элементами, а их физическая природа не важна. Он пришел к выводу, что разумные существа, которые могут менять физическую природу своих тел, потенциально способны существовать вечно. Но в далеком будущем, когда энтропия Вселенной станет очень высокой, им придется делать все более и

более длительные пере-
рывы в своей активности,
впадая в спячку и просы-
паясь по звонку особого
"будильника". Однако в
1999 г. Л. Краус и Г.
Старкман (L.M. Kraus and
G.D. Starkman, Scientific
American, Nov. 1999) пока-
зали, что существование
такого будильника проти-
воречит принципам кван-
товой механики. Это оз-
начает, что каждая из та-
ких разумных систем од-
нажды должна заснуть
навсегда...

Разумная система не
может существовать веч-
но, но она может стре-
миться к длинной, в кос-
мической шкале времени,
жизни. Наш переход от
науки к фантастике будет
связан с гипотезой о том,
как высокоразвитые сис-
темы решают эту задачу.

ИНВАРИАНТЫ СОВЕРШЕННЫХ СИСТЕМ

Самые совершенные
системы, которые мы зна-
ем, — это мы сами. Поэто-
му взглянем на наше "са-
моописание", развитое в
современной психологии.
Человек представлен в
ней двояко. Во-первых,
он рассматривается с
внешней точки зрения
как особый объект. Это
дает возможность изу-
чать человеческое пове-
дение и мозг в надежде
установить объективные
связи между ними. Мозг в
этом аспекте предстаёт
как сложная информаци-
онная система. Следует
отметить, что уже в 60-е
годы было предложено
использовать для пред-
ставления этой системы

голографические модели
(Б. Джулес и К. Пеннинг-
тон, П. Вестпейк, К. Приб-
рам). Однако специфика
психологических иссле-
дований требует рассмат-
ривать человека и с прин-
ципиально иной точки
зрения — внутренней. Нас
интересует не только как
работает мозг человека,
но и то, что человек при
этом чувствует, какие
картины возникают пе-
ред его глазами, как че-
ловек оценивает и осоз-
нает самого себя. Вся
психиатрия основана не
столько на моделях моз-
га, сколько на рафиниро-
ванных схемах внутрен-
ней, субъективной жизни
человека. В течение XX в.
делались многочисленные
попытки преодолеть
барьер между внешней и
внутренней точками зре-
ния, создать третью, бо-
лее общую. Все эти попы-
тки оказались в конце ко-
нцов безуспешными. Нам,
по-видимому, придется со-
гласиться с мыслью, вы-
сказанной еще Нильсом
Бором, что внешняя и вну-
тренняя точки зрения на
феномен сознания нахо-
дятся в отношении допол-
нительности.

Несколько лет назад
один из авторов этой ста-
тьи построил формаль-
ную модель субъекта, со-
вершающего выбор одной
из двух полярных альтер-
натив (В.А. Лефевр, Кос-
мический субъект. Моск-
ва, Ин-кварти, 1996). Эта
модель позволила сде-
лать ряд предсказаний,
которые прошли психоло-
гические тесты. Ядро мо-
дели составляет особая
математическая функ-

ция, выводимая из не-
скольких элементарных
предположений о харак-
тере человеческой актив-
ности. Оказалось, что эта
функция обладает заме-
чательным свойством.
Она представима как
многократная компози-
ция более простой функ-
ции, причем подобное
представление единст-
венно. Эту композицию
было естественно интер-
претировать как систему
последовательных обра-
зов самого себя. Другими
словами, субъект облада-
ет образом себя, который,
в свою очередь, обладает
образом себя и т.д. Каж-
дый образ — это субъект,
существующий во внутрен-
нем мире некоторого субъ-
екта — наблюдателя. Поэ-
тому у такого наблюдате-
ля есть две дополнитель-
ные точки зрения: одна —
внешняя, а вторая, с пози-
ции своего образа, — вну-
тренняя. Кроме того, оказы-
вается, что каждый образ
является "смесью" двух со-
стояний — позитивного и
негативного.

Теоретическим анало-
гом действия субъекта в
модели служит проециро-
вание на некоторый
внешний "экран" состоя-
ния, в котором он нахо-
дится. Такое проецирова-
ние может проявляться
либо как описание внеш-
него самоописания, либо
как саморепродукция.
Дальнейший анализ этой
модели позволил
вскрыть ее формальную
связь с функционирова-
нием нейронных сетей, а
также с законами термо-
динамики. Если нейроны
в активном состоянии

случайным образом связываются с другими нейронами, “заражая” их своим состоянием, то динамика системы описывается дифференциальным уравнением, решение которого – функция, описывающая человеческую рефлексию. Так была установлена связь между рефлексией и динамикой нейронной сети. Число нейронов в этой сети должно быть очень большим, поскольку только тогда оправдан предельный переход, позволяющий написать дифференциальное уравнение. Независимо от нейронной параллели, композиция функций описывает не только многократную рефлексию, но и цепочку абстрактных тепловых машин, что является, по существу, особым “перифразом” двух первых законов термодинамики. Логика модели подсказывает, что машины суть аналоги последовательных образов себя, а работы, ими производимые, – аналоги субъективных переживаний.

Таким образом, модель рефлексии оказывается неразрывно связанной с такими общими представлениями сложных систем, как формальные цепи нейронов и термодинамика. Это обстоятельство склонило нас к мысли, что математическая структура модели есть тот инвариант, который присущ всем совершенным системам, обладающим, как и человек, субъективным миром и способностью многократно его отражать.

Если принять эту идею, естественно предположить, что создавая свое внешнее самописание, система пользуется языком этого инварианта. В таком случае одним из аспектов самоописания могут стать математические соотношения, связанные с цепочкой тепловых машин. Работы, производимые этими машинами, в соответствии с формальной моделью, образуют “двойные” геометрические прогрессии, т.е. последовательности чисел, состоящие из двух геометрических прогрессий с одним знаменателем. Одна прогрессия совпадает с нечетными членами исходной последовательности, а другая – с четными. Примером двойной геометрической прогрессии может послужить следующая последовательность со знаменателем 2:

2 3 4 6 8 12 16 24.

Подобные последовательности позволяют однозначно восстановить субъективное состояние системы. Таким образом, модель приводит нас к конкретному результату. Она предсказывает, что в сигналах, создаваемых совершенными системами и несущих их самописание, может содержаться двойная геометрическая прогрессия.

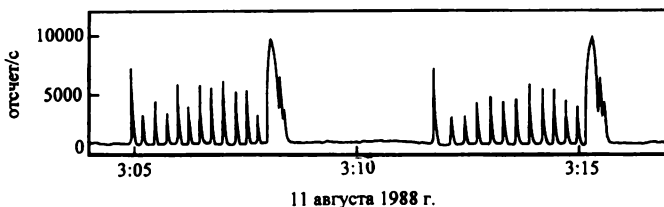
БЫСТРЫЙ БАРСТЕР

Мы решили попытаться обнаружить такие последовательности, анализируя литературу о наибо-

лее известных источниках переменного рентгеновского излучения. Обширный класс таких источников составляют **барстеры**. Каждый из этих объектов, в рамках наших сегодняшних знаний, состоит из двух звезд – обычной и нейтронной, последняя вытягивает из своего компаньона вещество. Оно накапливается на ее поверхности, что приводит к периодическим термоядерным взрывам, порождающим рентгеновские вспышки. Идея о том, что рентгеновское излучение может использоваться разумными для подачи сигналов, не нова: американский астроном Р. Корбет еще в 1973 г. писал о том, что излучение барстеров можно модулировать, например, металлическим экраном. Эти объекты немногочисленны, и мы можем наблюдать их по всей нашей Галактике.

В 1976 г. в шаровом скоплении Лиллер 1 (созвездие Скорпиона) был открыт наиболее странный из таких объектов, названный Быстрым Барстером. Помимо обычных термоядерных вспышек он порождает и вспышки второго типа, физический механизм которых до сих пор неясен. Существует точка зрения, что они связаны с возникновением каких-то нестабильностей в аккреционном диске. Одна из удивительных черт этих вспышек второго типа – независимость их формы от длительности и интенсивности. Та-

Пример последовательности рентгеновских вспышек Быстрого Барстера (наблюдения японского астронома Т. Дотани и др., 1990). В каждой из групп число вспышек равно 13! Случайность? Может быть. Тем не менее этот факт не может оставить нас равнодушными



кие явления очень редко встречаются в неживых системах, однако обычны в искусственных системах коммуникации. Например, одна и та же песня может быть исполнена тихо и громко, быстро и медленно.

Мы обнаружили, что еще в 1985 г. японский астроном И. Тавара и его сотрудники, анализируя профили странных вспышек Быстрого Барстера, нашли в них именно двойную геометрическую прогрессию! Такую последовательность образуют как высоты пиков на "склоне" профиля, так и интервалы времени между ними. Быстрый Барстер демонстрирует и другие удивительные особенности. Недавно было установлено, что термоядерные вспышки коррелируют с радиоисточником, находящимся на расстоянии двух с половиной парсеков от Быстрого Барстера (не исключено, правда, что несовпадение рентгеновского и радиоисточника объясняется ошибками рентгеновских координат). Еще раньше было установлено, что радиоисточник расположен почти в самом центре шарового скопления. Не означает ли все это, что рентгенов-

ская переменность Быстрого Барстера управляется разумными существами, обитающими где-то в этом скоплении? Или же мы наблюдаем естественную активность сознания какого-то разумного субъекта небиологической природы, те его инвариантные характеристики, о которых говорилось выше? Эту далеко идущую гипотезу отвергли два журнала, прежде чем она была опубликована в журнале Евроазиатского астрономического общества (В.А. Лефевр и Ю.Н. Ефремов, *Astron. Astroph. Trans.* v. 18, p. 335–342, 1999).

ВНУТРЕННИЕ МИРЫ ЧЕРНЫХ ДЫР

Усилия специалистов, объединяющих теорию относительности и квантовую механику, сосредоточены сегодня на моделях черных дыр — очень плотных объектов, способных так "продавить" пространство вокруг себя, что вовне не может выйти ни вещество, ни излучение, ни информация. Практически все уверены, что черные дыры существуют в ядрах многих галактик, включая нашу. Массы таких черных дыр составляют миллионы

масс Солнца. Кроме них в каждой галактике существуют и многочисленные черные дыры с массой порядка десятка масс Солнца — они возникают из массивных звезд в результате гравитационного коллапса после истощения в них источников ядерной энергии. Такие звезды быстро вращаются вокруг своих осей. Теоретическая модель коллапса вращающегося тела была построена в 1963 г. Р. Керром. Она дает описание свойств пространства-времени, находящегося над горизонтом черной дыры. Однако чисто математически модель может быть распространена и на область, находящуюся за горизонтом. Эта область в принципе не может наблюдаться внешним наблюдателем. Поэтому у нее нет статуса реальности, если стоять на чисто инструментальной точке зрения. Забегая вперед, заметим, что внутренность черной дыры по крайней мере в одном аспекте подобна субъективному миру человека. Этот мир для внешнего наблюдателя, которым является другой человек, также не имеет операционально определяемого статуса существования. Мы до сих пор

не знаем, можно ли найти такой эксперимент, который позволил бы отличить существо, обладающее субъективностью, от бездушного, но очень совершенного автомата.

Интерпретация модели Керра для внутренности черной дыры показала, что эта область обладает для внутренних наблюдателей рядом удивительных черт. Внутренность черной дыры есть сложная система бесконечных вселенных, в которых существуют свои черные дыры. В этой системе можно выделить набор черных дыр, последовательно вложенных друг в друга. Внутри каждой такой черной дыры находится пара вселенных, причем расстояния в одной из них измеряются положительными числами, а в другой — отрицательными. Компоненты этой парадоксальной, с обыденной точки зрения, пары можно назвать соответственно “позитивной вселенной” и “негативной вселенной”. Между этими вселенными находится сингулярность — область мира, плотность вещества в которой, а также кривизна пространства равны бесконечности (J. Gribbin, *Unveiling the edge of time*, Three rivers Press, New York, 1992, pp. 158–166).

Большим сюрпризом для физиков, работающих в области квантовой гравитации, оказался теоретический вывод: черные дыры должны испаряться (Я.Б. Зельдович, А. Старобинский, С.

Хокинг). Этот вывод — следствие открытия связи черных дыр одновременно и с термодинамикой, и с квантовой механикой. Следующая неожиданность возникла, когда С. Хокинг указал на возможность того, что поглощение черной дырой вещества и излучения может привести к исчезновению из нашего мира некоторого количества информации. Как известно, наиболее общее описание физической системы дают уравнения квантовой механики. Эти уравнения обратимы, когда они относятся к микропроцессам. Они позволяют одинаково хорошо предсказывать будущие состояния квантовой системы и восстанавливать прошлые. Оказалось, что если в физической системе есть черная дыра, то уравнения, описывающие микропроцессы, не могут одновременно описывать и прошлое, и будущее физической системы. Это и означает, с формальной точки зрения, что происходит исчезновение части информации.

Дальнейшие теоретические исследования, проведенные голландским физиком Ж. т'Хоофтом, показали, что потеря информации несовместима с законом сохранения энергии. Это противоречие, названное “информационным парадоксом”, грозило крушением квантовой механики, лежащей в основе сегодняшней научной картины мира. Неудивительно поэтому, что были предприняты самые

серьезные попытки разрешить информационный парадокс. Сначала предположили, что поглощенная черной дырой информация возвращается в процессе ее испарения. В таком случае вылеты частиц из различных частей пространства вблизи горизонта черной дыры должны быть коррелированными, и остается совершенно неясным, как такая корреляция может осуществляться. Реальный путь к разрешению информационного парадокса был, по-видимому, указан недавно американским физиком Л. Сусскиндом, который построил голографическую модель черной дыры (L. Susskind, *Black holes and information paradox* // *Scientific American*, April 1997). В этой модели информация не исчезает в недрах черной дыры. Она “оседает” на ее оболочке — горизонте. Другими словами, количество информации на оболочке всегда равно количеству информации в веществе, прошедшем через горизонт. Таким образом, оболочка дыры представляет собой особый “текст”, фиксирующий сложность потока вещества, прошедшего через горизонт. Мы видим, что черная дыра обладает некоторыми чертами информационной системы.

Еще одним шагом в понимании природы черных дыр было обобщение Сусскинда и т'Хоофтом принципа дополнительности Нильса Бора. Оболочка черной дыры вместе с за-



Существует параллель между внутренним миром черной дыры и психологической моделью многократно осознающего себя субъекта. Слева – "сверхличности" черных дыр, справа – МЫ!

писанной на ней информацией – это реальность для внешнего наблюдателя. Однако наблюдатель, свободно падающий к центру черной дыры, при пересечении горизонта не обнаружит на нем никакого информационного слоя. Этот объект не имеет для него статуса реально существующего. Тем не менее, такое различие реальностей для двух наблюдателей не вызывает логических затруднений, поскольку кон-

такт между ними невозможен в принципе. Поэтому у наблюдателей нет никаких способов противопоставить друг другу результаты своих индивидуальных наблюдений. Тот факт, что для внутреннего наблюдателя не существует информационной оболочки, совсем не означает, что мы не можем рассматривать ее как материальный объект. Мы можем приписать ей статус существующей уже только потому, что она реальна для внешнего наблюдателя.

Вспомним теперь, что в соответствии с моделью Керра внутри черной дыры находится последовательность вложенных друг в друга черных дыр.

Поместим внутрь каждой дыры наблюдателя, способного извне наблюдать за очередной вложенной черной дырой, ведь для него она будет внешней. Естественно, принцип дополненности должен быть распространен и на таких наблюдателей. В результате мы приходим к последовательности дополнительных друг по отношению к другу точек зрения, связанных с исходной черной дырой.

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ И МОДЕЛЬ РЕФЛЕКТИРУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

Возвращаясь от черных дыр к современной психологии, можно увидеть удивительную параллель ме-

жду внутренним миром черной дыры в модели Керра и **психологической моделью многократно осознающего себя субъекта**. В обеих моделях присутствует последовательность вложенных друг в друга элементов, связанных с позициями наблюдателей, находящихся в отношении дополнительнойности. Каждый элемент содержит в себе несимметричную пару (позитивная и негативная вселенные в черной дыре, позитивное и негативное состояния в модели субъекта). В обоих случаях, с точки зрения внешнего наблюдателя, существует термодинамическое описание системы. Кроме того, есть некоторые основания считать, что голографические модели могут оказаться эффективными как при изучении мозга, так и черных дыр.

Будущие исследования должны дать ответ на вопрос, существуют ли более глубокие формальные параллели между моделью черной дыры и моделью субъекта. Установление такой параллели может стать существенным шагом к Радикальному Объединению: включению разумного субъекта в физическую картину мира. Такие параллели пока не найдены. Поэтому дальнейшие рассуждения на эту тему будут чисто умозрительными.

НЕ ВПОЛНЕ НАУЧНАЯ
ГИПОТЕЗА

Рассмотрим один фантастический сценарий. Поскольку у черной дыры

есть "полость" для внутреннего мира, она может быть превращена цивилизацией земного типа в гигантского индивида, в "сверхличность", способную к многократному осознанию самого себя и хранящую на своем горизонте (который может быть аналогом мозга) всю информацию, накопленную цивилизацией.

Подчеркнем, что мы говорим о черной дыре не как о новом доме, в который переезжают индивиды, составляющие цивилизацию, а как о физической основе единой личности. Внутреннее пространство черной дыры есть субъективный мир этой личности, который не имеет статуса реальности для наблюдателя извне. Все, что находится в этом субъективном мире, есть "воображаемое" этого гиганта...

Такой "субъект", являясь наследником биологической цивилизации, может быть способен к саморазвитию и, более того, к саморепродукции. Другими словами, одни черные дыры могут порождать другие черные дыры. Квантовое испарение в конце концов уничтожает "разумного" субъекта, телом которого является черная дыра. Тем не менее, он будет существовать невообразимо долго даже в космической шкале времени. Именно это – вероятная причина стремления цивилизаций превращать себя в такие "почти вечные" объекты. Но каким способом черные дыры могли бы поро-

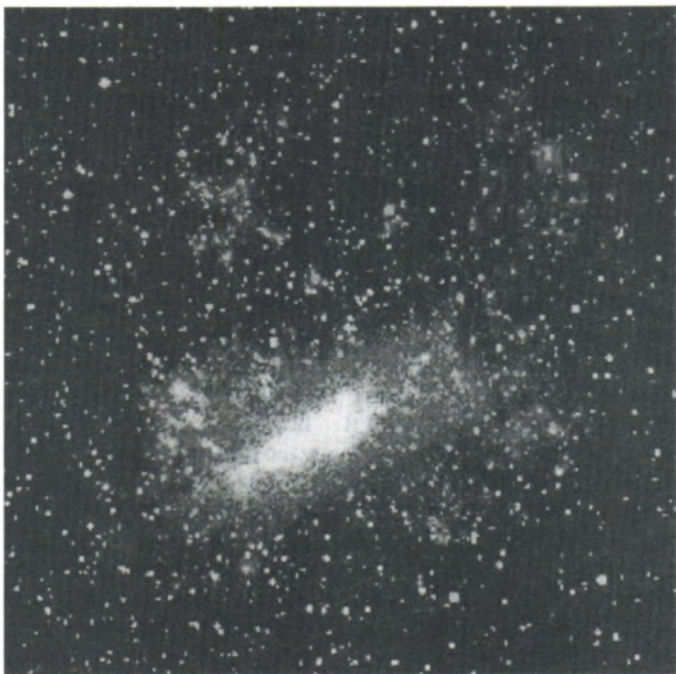
ждать следующее поколение?

В соответствии с сегодняшними взглядами, для возникновения черной дыры необходимо, чтобы остаточная масса сколлапсированной звезды по крайней мере в три-четыре раза превосходила массу Солнца. Время жизни массивных звезд очень коротко в космической шкале времени, всего несколько миллионов лет. За это время большая часть ядерного топлива в недрах такой звезды исчерпывается, поэтому световое давление ослабевает, верхние слои звезды обрушиваются внутрь, происходит вспышка сверхновой. Ядро звезды сжимается и превращается в черную дыру.

Конкретный физический механизм возникновения массивных звезд сегодня еще не понят до конца. Ясно лишь, что звезды появляются в результате конденсации межзвездного газа. По-видимому, чтобы такая конденсация дала именно массивную звезду, необходима внешняя сила, повышающая давление в облаке газа. Области образования массивных звезд, как правило, сосредоточены в спиральных рукавах галактик, причем за время жизни одной галактики происходит рождение и исчезновение многих поколений массивных звезд. Спиральный узор из симметричных и длинных рукавов – след волны повышенной плотности звезд и газа. Он вращается как твердое тело, с по-

стоянной угловой скоростью, и при встрече газовых облаков галактического диска с облаками, уже накопленными в рукаве, происходит повышение давления в газе, приводящее в конечном счете к формированию массивных звезд.

Нельзя ли предположить, что одной из задач космических субъектов является организация "производства" массивных звезд, которые достаточно быстро, за миллионы лет, превращаются в черные дыры естественным путем. Конечно, процесс этого производства тоже должен быть вполне естественным – нужно каким-то образом инициировать повышение плотности газовых облаков. Мощный взрыв в газовой среде послужит, очевидно, наиболее экономичным способом возбудить звездообразование. Такие взрывы наблюдаются, и черные дыры могут быть самым непосредственным образом причастны к их возникновению. Более того, можно даже говорить об инициировании рождения множества массивных звезд – будущих черных дыр – в результате гибели данной черной дыры (при слиянии ее с другим компонентом двойной системы из компактных объектов) – и возникновении другой черной дыры. Считается, что при этом возникают сверхмощные взрывы, со-



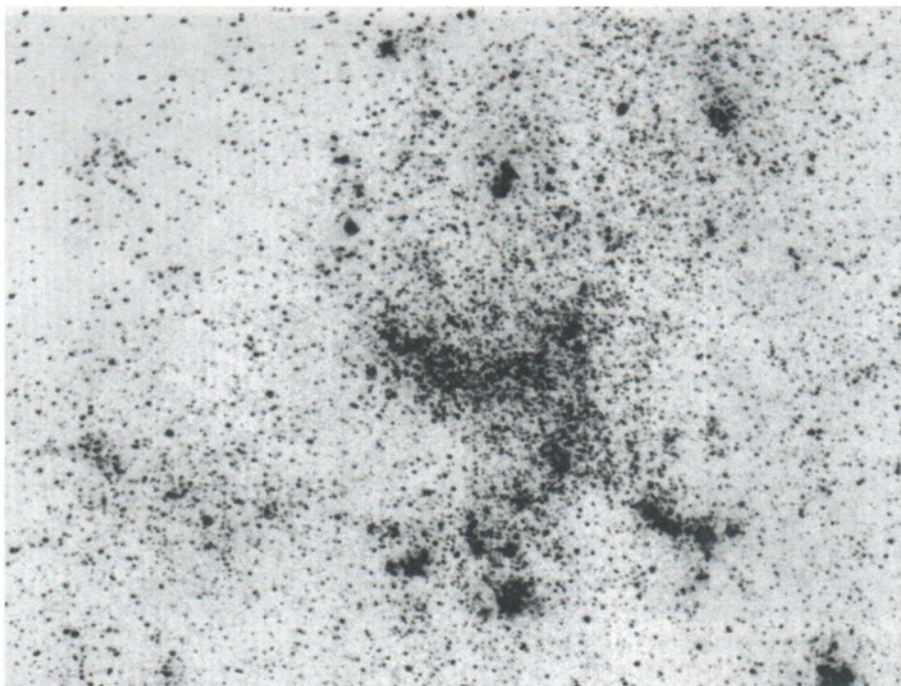
провождаемые вспышками гамма-излучения.

ЗВЕЗДНЫЕ ДУГИ И ГАЛАКТИЧЕСКИЕ КОЛЬЦА

Не только спиральная волна плотности, но и вспышка сверхновой звезды приводит к появлению сферической волны повышенной плотности газа, в которой образуются затем молодые звезды. Этот механизм действует и в неправильных галактиках. Уже несколько десятилетий назад в ближайшей из них, Большом Магеллановом Облаке (БМО), были обнаружены странные структуры – **звездные дуги**. Они известны сейчас и в нескольких других галактиках. Это гигантские, с радиусом кривизны в 200–300 пк, дугообразные молодые звездные комп-

лексы. В центрах этих гигантских звездных дуг не видно достаточно богатых скоплений, сверхновых или O-звезды в которых могли бы вызвать звездообразование. Было высказано предположение, что дуги – результат сверхгигантского космического взрыва, породившего сферическую волну плотности в газовом облаке. Эта гипотеза получила ряд дополнительных аргументов в свою пользу после открытия гамма-всплесков, поскольку они свидетельствуют, что во Вселенной могут происходить взрывы еще более мощные, чем вспышки сверхновых звезд.

Однако существует один факт, показывающий, что такая простая картина возникновения звездных арок, по край-



ней мере, неполна. В БМО и еще в двух случаях арки образуют группы из двух, трех, а иногда и четырех дуг близкого возраста. Сверхмощные взрывы – довольно редкое явление даже в космической шкале времени. Спрашивается, каковы причины их возникновения поблизости друг от друга, в единственной области галактики и с интервалом лишь в десяток миллионов лет? Один из авторов (Ю.Н. Ефремов, Письма в Астрон. ж., т. 25, с. 100–107, 1999; Вестник РАН, апрель 2000) выдвинул гипотезу, что прародители объектов, давших гигантские взрывы, рождаются в плотном скоплении и выбрасываются из него, прежде чем взорваться. Такими свойствами должны обладать как раз двойные системы из ком-

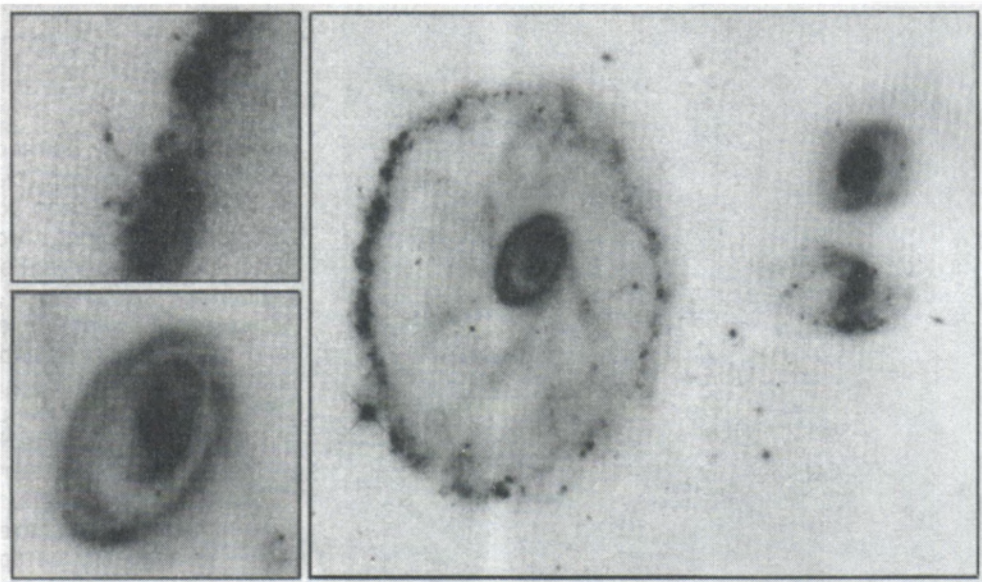
пактных объектов – нейтронных звезд или черных дыр, слияние которых вследствие перехода энергии орбитального движения в гравитационные волны и дает явление гамма-всплеска. Многочисленные массивные звезды в инициированных сверхвзрывах звездных дугах превращаются в конце концов в черные дыры.

Но не является ли концентрация порожденных сверхвзрывами звездных дуг поблизости друг от друга результатом совместной активности группы разумных черных дыр? Если принять эту гипотезу, то можно ожидать, что существуют галактики с ясными признаками коллективной координации процессов порождения новых массивных звезд, из которых впоследствии, как из яиц, вылупляются черные

Система гигантских звездных дуг – комплекс молодых звезд и скоплений – в Большом Магеллановом Облаке. Радиус наиболее заметной дуги (в центре снимка) – около 300 пк

дыры. По каким-то причинам “естественного” их возникновения оказывается недостаточно или же надо, чтобы они появились именно в данной области. Поэтому принимаются меры к тому, чтобы стимулировать в ней рождение массивных звезд...

Известна галактика, демонстрирующая черты, которые могут быть так истолкованы, – Колесо Телеги. Она состоит из ядра и двух концентрических колец. Ядро и внутреннее кольцо образованы старыми звездами с малой массой, а внешнее состоит из ярких, молодых и массив-



Галактика Колесо Телеги и детали структуры ее колец. Снимок получен с помощью Космического Телескопа им. Хаббла

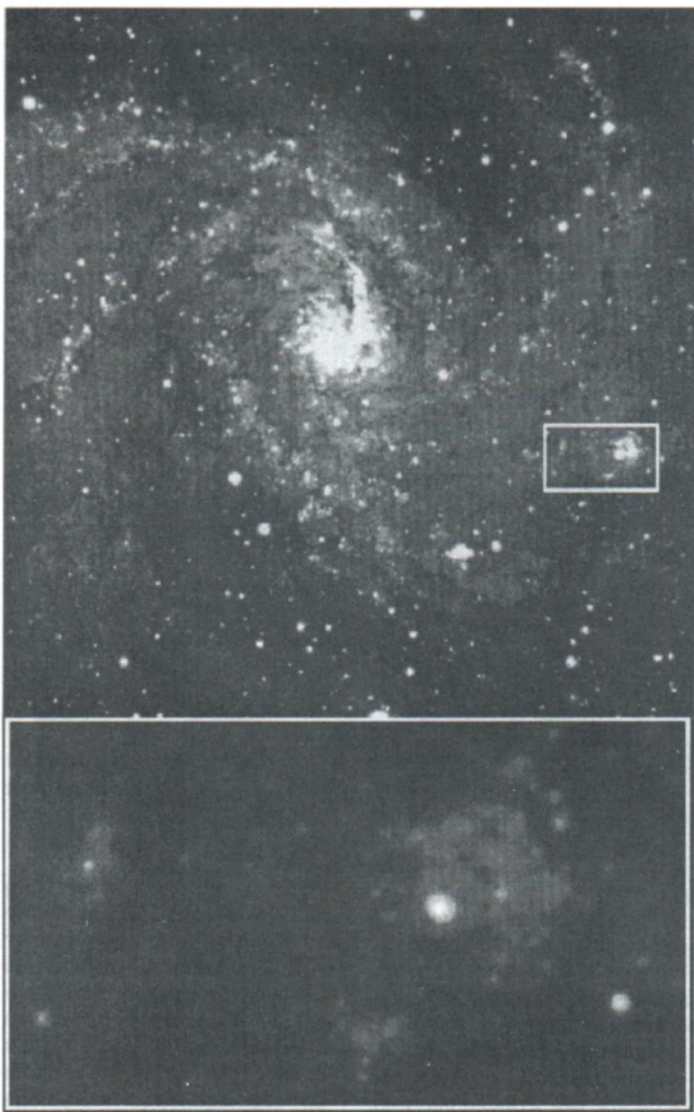
ных звезд. От внутреннего кольца к внешнему идут "спицы" (собственно поэтому галактика и получила свое имя), причем эти спицы направлены по касательным к внутреннему кольцу. Эта галактика уже давно привлекала внимание исследователей. Изображения, полученные с помощью Космического Телескопа им. Хаббла, позволили рассмотреть более мелкие детали на внутреннем кольце. Оказалось, что там находятся объекты, напоминающие по своей форме кометы. У этих объектов можно выделить голову и хвост, причем хвост во многих случаях постепенно переходит в спицу. Было высказано

предположение, что "кометы" – это следы вещества, падающего к центру галактики. Однако такая гипотеза не может объяснить кометную форму этих следов. Возникает следующее подозрение: не наблюдаем ли мы остаток синхронных направленных взрывов, цель которых – создать кольцевую волну плотности, в результате чего во внешнем кольце родилось большое число молодых массивных звезд, из которых впоследствии "созреют" черные дыры... Если это так, то глядя на Колесо Телеги, мы наблюдаем волну разума, о которой четверть века назад писали Харт и Шкловский. Только носители этого разума не биологические организмы, а черные дыры. И рождение новых черных дыр отмечается фейерверками гамма-всплесков, наиболее мощных взрывных явлений во Вселенной.

ПРЕЗУМПЦИЯ ЕСТЕСТВЕННОСТИ

Есть, конечно, и естественные объяснения кратных звездных арок и странной колесообразной галактики. Вблизи кратных арок в БМО действительно находится старое и массивное звездное скопление, из которого могли ускользнуть тесные двойные системы с нейтронной звездой или черной дырой, слияние которых и приводит к сверхмощному взрыву и всплеску гамма-излучения. Необычная структура Колеса могла появиться в результате прохождения через центр этой галактики другой, меньшей галактики, создавшей ударную волну, вызвавшую активный процесс звездообразования, который мы видим как внешнее кольцо.

Так или иначе, и звездные дуги и галактики с кольцом вокруг – весьма



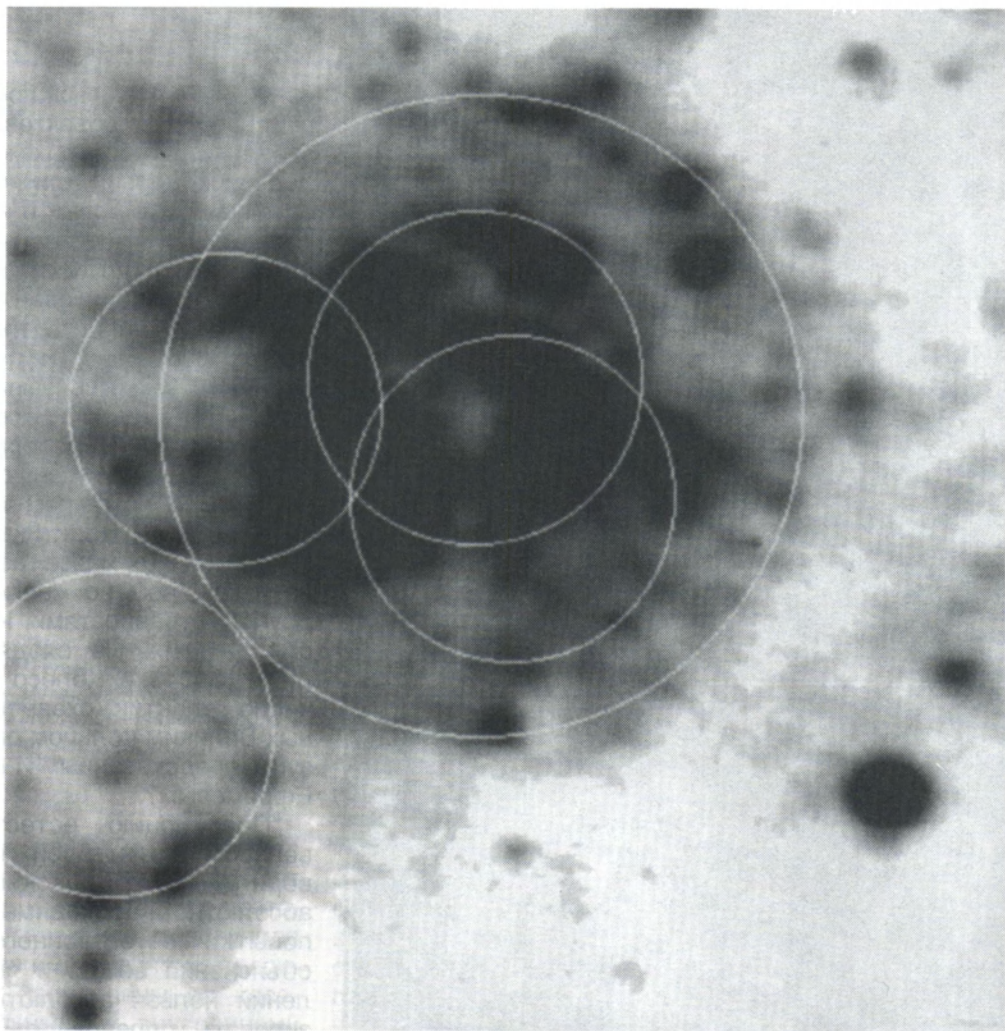
странные образования, которые могут быть связаны с активностью космического разума нам пока неизвестным путем... Обе "естественные" гипотезы имеют свои трудности. Близ второй кратной системы гигантских звездных дуг, в спиральной галактике NGC 6946, подходящих скоплений как будто бы нет, что скоро будет проверено с Кос-

мическим Телескопом им. Хаббла. Эта галактика обладает и некоторыми другими странностями — очень яркими или расположенными рядом друг с другом остатками сверхновых, спиральными рукавами повышенной интенсивности магнитного поля, не совпадающими с рукавами, видимыми в оптике...

У нас складывается впечатление, что есть га-

лактики, в которых процент необычных объектов — звездных дуг, богатых молодых скоплений или необычных сверхновых и их остатков — существенно выше, чем в других. Интенсивность образования массивных звезд в них всегда повышена, и подобные объекты связывают обычно именно с высоким темпом звездообразования. Его объясняют высоким содержанием газа, но в этих галактиках относительная масса газа не выше, чем во многих других, странностями не обладающих. Не входят ли NGC 6946 и Колесо в число галактик, охваченных Великим кольцом разума, предсказанным И.А. Ефремовым?..

"Презумпцию естественности", о которой говорил И.С. Шкловский, абсолютно необходимые попытки "естественного" объяснения вещей и явлений нельзя абсолютизировать и превращать в запрет полета фантазии. С этой мыслью, выраженной в абстрактной форме, все охотно соглашаются, но как только дело доходит до конкретного подзвучивающего объекта, на фантазера начинают смотреть косо, и он рискует лишиться своей научной репутации... Но нет другого пути, кроме поисков и исследования всех странных объектов — постоянно держа в уме возможность того, что мы столкнулись со следстви-



Сферический комплекс молодых звездных скоплений в спиральной галактике NGC 6946. Диаметр комплекса около 600 пк. Многие скопления в комплексе располагаются по дугам отмеченных на рисунке окружностей

ем какой-то активности разумных субъектов (см., например, Н.С. Кардашев, Вопросы философии, т. 12, с. 43, 1977; он же, Препринт ФИ РАН № 65, 1999).

Надо помнить, что и искусственно порожденные объекты и явления, несомненно, подчиняются законам физики, определенно известным нам в областях, далеких от сингулярностей. Многие полагают, что мы давно уже видим результаты активности другого разума, не осознавая этого. Так, подозрительными являются активные ядра галактик, обладающие, как Лебедь А, длинными узкими дже-

тами (достигающими иногда нескольких мегапарсек), из которых выбрасывается вещество с субрелятивистскими скоростями. Механизм коллимации выбросов из квазаров и радиогалактик, из объекта SS433 и молодых звезд – и, возможно, также из объектов, генерирующих гамма-всплески, – механизм, делающий эти джеты столь узкими, до сих пор не вполне ясен. “Феномен является, оче-

видно, естественным, поскольку он встречается в природе столь часто”, — пишет американский астрофизик Б. Пачинский. Но не означают ли эти слова, что крамольные мысли приходят в голову не только ответным фантазерам...

Во всяком случае, наряду с поисками (или скорее, с попытками пере-

хвата) сигналов от наших подлинных братьев по разуму, необходимо всегда помнить о возможности существования невообразимо чуждых нам носителей сознания... Можно надеяться их обнаружить, если подтвердится гипотеза о существовании инвариантных структур сознания, если мы будем смотреть открытыми гла-

зами на чудеса, открываемые нашими телескопами. Мы полагаем, что вероятность удачи на этом пути существенно выше, чем при попытках найти разум, подобный земному, в ближнем космосе. Необходимая предпосылка успеха — всемерное развитие наблюдательных возможностей всеволновой астрономии.

Информация

Взгляд в далекий космос

Астрономы из обсерватории Миди-Пиренеи (Тулуза, Франция) Г. Голсе и Ф. Кастандер оказались первыми, посетившими Европейскую Южную Обсерваторию для наблюдений на втором 8,2-м зеркале (KUEYEN) Очень Большого Телескопа. По установившимся правилам все наблюдения осуществляются персоналом ЕЮО. В сервисном варианте они выбирают объекты наблюдений сами, исходя из приоритета программы и условий неба. В варианте обслуживания посетителей заказчики только присутствуют при наблюдениях и определяют последовательность работ.

С помощью прибора ФОРС-2 (Земля и Вселенная, 2000, № 2) тулузские астрономы измерили расстояния до множества галактик, размещенных за двумя большими скоплениями галактик. Скоп-

ления в этом случае действуют как гравитационные линзы (Земля и Вселенная, 1997, №6), усиливающие и искажающие изображения расположенных за ними галактик. Если свет галактики проходит достаточно близко от центра скопления, коэффициент усиления превосходит два, а в некоторых случаях значительно больше. В редких случаях изображение галактики фона разделяется на несколько компонентов. Знание расстояний до галактик фона (не менее чем до трех объектов) и распределения масс в скоплениях позволяет вычислить два космологических параметра (плотность Ω и космологическую константу Λ), необходимые для определения геометрии Вселенной.

Астрономы из Тулузы получили снимки галактик, на фоне которых расположены скопления Эйбелл 1689 и MS 1008. Снимки первого из них уже были получены ранее с помощью Космического Телескопа им. Хаббла, и тогда среди галактик фона отмечено по меньшей мере пять, расщепленных на компоненты. Из-за малой яркости объектов рас-

стояния до них так и не были измерены. Снимки, полученные на ОБТ с применением ФОРС-2, дали достаточную информацию для определения расстояний.

Скопление MS 1008 наблюдалось ранее с помощью первого 8,2-м зеркала ОБТ. Одним из результатов нынешнего сеанса наблюдений стало определение расстояния до слабого квазара $24,5^m$, его красное смещение $z = 4,0$. Это самый слабый и далекий квазар, у которого точно измерены блеск и расстояние. Свет покинул его, когда Вселенная имела только 10% от ее нынешнего возраста.

После двух ночей наблюдений тулузские астрономы покинули Параналь с богатым урожаем данных. “Действительно впечатляет, как много можно достичь с ОБТ по сравнению с “небольшими” 4-м телескопами, на которых мы работали раньше. Это открывает новое окно в далекую раннюю Вселенную. Теперь мы начнем обработку и анализ наших результатов”, — сказал на прощание Франсиско Кастандер.

ESO Press Release 10/00

Спасительный круговорот энергии

М.А. СИДОРОВ,
член-корреспондент РАЕН
Международная топливно-энергетическая ассоциация

Поиск новых экологических чистых источников энергии – одно из важнейших направлений развития современной науки и техники. Он осуществляется в соответствии с международной концепцией “Новой энергетической идеи для XXI в.” (Земля и Вселенная, 1998, № 6). Два главных



требования к технологиям XXI в. – высокая эффективность и экологическая безопасность –

прежде всего относятся к энергетике. Перспективно создание на Земле локального круговорота энергии, подобного тому, что существует во Вселенной и в ... любой живой клетке. Именно клетка – прообраз эффективной и экологически безопасной энергетики будущего.

УДИВИТЕЛЬНОЕ СВОЙСТВО ЖИВОГО

Еще в 1914 г. К.Э. Циолковский писал о том, что в “вечно возникающей юной Вселенной” совершается **круговорот энергии**. “Это противоречит учению об энтропии..., но не противоречит природе”. В 1931 г. в рукописи “Обратимость физических явлений” он замечает: “Всякая энергия природы может переходить во все остальные виды энергии. И это может

совершаться, да и совершается, в космосе... Обратимость энергии подтвердит вечную юность Вселенной и даст великие технические перспективы средоточения энергии”. Циолковский указал и на **преобразование энергии**, совершаемое живой клеткой, хотя механизм этого процесса в его время был еще не известен.

По мере развития естествознания обнаруживается все более глубокая взаимосвязь между глав-

ными проблемами современной науки – изучением энергетики живой клетки и поисками источников энергии. Первая из этих проблем раскрывает тайны превращения неживой материи в живую. Вторая – условие выполнения первой. Решение одной проблемы – ключ к другой.

В работах “Происхождение живого”, “Механика и биология” и в ряде других К.Э. Циолковский обратил внимание на асимметричные свойства био-



Константин Эдуардович Циолковский первым обратил внимание на неиссякающий круговорот энергии во Вселенной и в живой клетке

логических структур. Впоследствии академик **Г.М. Франк** установил, что структуры, "обладающие асимметричным электрическим зарядом, в процессе подвижности (вращения или агрегации) могут создавать значительные разности потенциалов между отдельными участками возбужденной ткани... В этой своеобразной по структуре среде, обладающей свойствами, сближающими ее... с полупроводниковыми системами, возможны более или менее длительная консервация энергии, миграция этой энергии, ее направленная передача..." Живая клетка с помощью мембран (своеобразных полупроводниковых структур) извлекает рассеянную в окружающей среде энергию, преобразует ее, накапливает, а затем использует.

В начале 80-х гг. группа российских биологов под руководством академика **В.П. Скулачева** обнару-

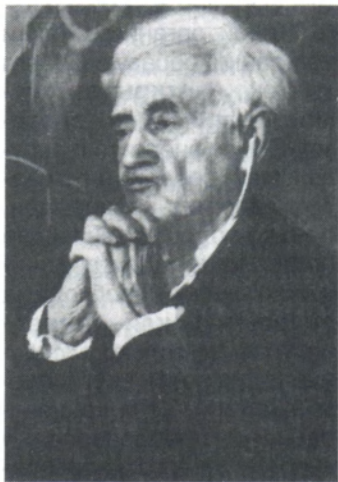
жила, что ферментные комплексы, входящие в состав цепей переноса электронов – по сути "белковые электростанции". Электрическая активность этих комплексов не может проявиться вне мембраны, на которой создается разность электрических потенциалов. И весьма вероятно, что понимание механизма действия системы биологических генераторов электричества позволит сформулировать те принципы, на которых должны быть сконструированы экологически безопасные электростанции будущего.

ЭНЕРГОПРЕОБРАЗОВАНИЕ В КЛЕТКЕ

Потребление живой клеткой энергии, рассеянной в окружающей среде, давно стало объектом интенсивных и плодотворных исследований. Родоначальником современной биоэнергетики признан советский биохимик академик **В.А. Энгельгардт** (1904–1984). Через полвека после его экспериментальных исследований присуждены две Нобелевские премии. Одна в 1991 г. – немецким

ученым Эрвину Нехеру и Берту Сакманну, другая – в 1997 г. – биохимикам Йенсу-Кристиану Скоу (Дания), Полу Бойеру (США) и Джону Уокеру (Великобритания). Наука обогатилась новыми экспериментальными данными о механизмах энергопреобразования в клетках. Экспериментаторы, работающие на стыке биохимии, биофизики, биоэнергетики, термодинамики, физики твердого тела, оказались впереди теоретиков, ищущих объяснение механизма концентрации клеткой энергии, преобразования и создания круговорота в системе "клетка – окружающая среда".

Э. Нехер и Б. Сакманн создали методику регистрации слабых электрических токов (триллионные доли ампера). Именно такой силы токи распространяются в клетке по каналам единичных ионов. Эти каналы контролируют движение ионов через защитные оболочки



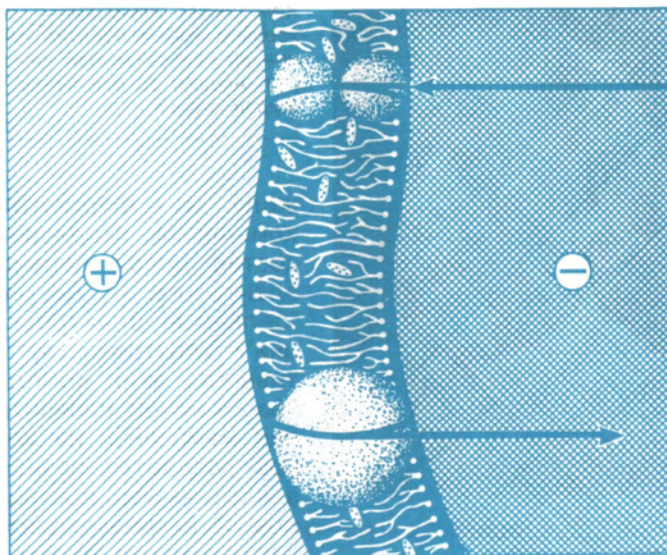
Академик В.А. Энгельгардт – основоположник биоэнергетики, открывшей путь к экологически чистым энергетическим технологиям

клеток — **клеточные мембраны**. Открытие стимулировало исследование механизма происхождения этого тока.

И. Скоу, П. Байер и Д. Уокер немало лет потратили на изучение поведения особых белков — ферментов, обеспечивающих концентрацию, преобразование и использование добытой клеткой энергии для синтеза аденозинтрифосфата (АТФ) — эффективного катализатора всех энергетических процессов в клетке. Это сложное молекулярное соединение запасает (консервирует) полученную извне энергию, перераспределяет ее, отбирая у одних структур клетки и передавая другим, по сути, **переносит энергию**.

ОТКРЫТАЯ ЭНЕРГОСИСТЕМА ЖИВОЙ КЛЕТКИ

Живой организм, как и каждая из образующих его клеток, — **открытая термодинамическая система**. Обмен энергией с окружающей средой (круговорот энергии) непрерывен, однако полное равновесие не наступает. Для поддержания жизни необходима **энергетическая инверсия**, т.е. не только рассеяние (одна ветвь круговорота энергии), но и концентрация и преобразование энергии (энергоинверсионная ветвь).

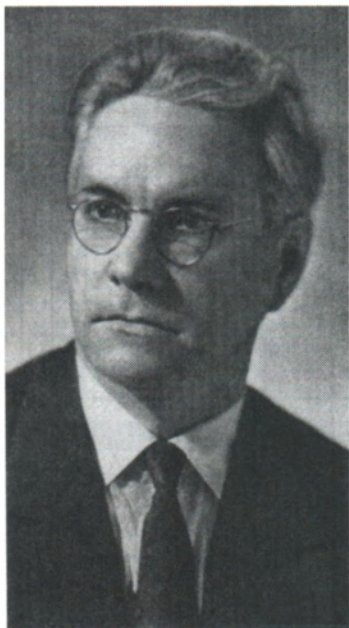


Рассеянную в окружающей среде тепловую энергию мембрана преобразует в асимметричное распределение зарядов (ионов или электронов) на ее двойном слое. В его центре создается разность электрических потенциалов и возникает **электродвижущая сила (ЭДС)** величиной около 240 мВт. Возможен и обратный процесс: в результате движения зарядов распределение их на двойном слое мембраны становится асимметричным.

Пока существует живой организм, объединяющий все клетки, благодаря энергоинверсии постепенно уменьшается, а затем стабилизируется (регулируется) величина энтропии (мера разупорядоченности систем, в том числе биологических). Жизнь — это постоянное **преодоление тенденции к возрастанию энтропии**, к разрушению орга-

низованной живой системы. Концентрация и преобразование живыми клетками энергии окружающей среды непрерывно возрождают жизнь — синтезируются богатые энергией и информацией макромолекулы, из которых образуются сложные структуры клеток. Живые организмы показывают, что возможно создание антиэнтропийных, самоорганизующихся систем, способных преодолеть в конечном счете тепловую "смерть Вселенной".

Важнейшее свойство живых клеток — трансформировать для своих нужд рассеянную в окружающей среде тепловую энергию (энергоинверсионный процесс). В цепи переноса, образуемой в мембране крупными молекулами-катализаторами (ферментами), создается поток электронов. Значительная часть их свободной энергии затрачивается на образование



П.К. Ощепков, создатель теории энергетической инверсии, позволяющей использовать энергию окружающей среды

ее консерванта – аденозинтрифосфата (АТФ), который, по существу, и запасает энергию электронов. Этот процесс, открытый российским академиком В.А. Энгельгардтом, назвали окислительным фосфорилированием. Его механизм и энергетика синтеза АТФ недостаточно ясны. Путь к объяснению этого механизма открыли энергоинверсионные представления, впервые появившиеся еще в работах К.Э. Циолковского. Теорию энергетической инверсии создал профессор **П.К. Ощепков**, искавший решение проблемы на электронном уровне (Земля и Вселенная, 1996, № 4).

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ
НОСИТЕЛЬ ЭНЕРГИИ

Энергоинверсионный принцип, объясняющий механизм концентрации,

накопления и преобразования живой клеткой энергии окружающей среды, согласуется, прежде всего, с ролью электрона. Электрический ток, производимый в цепи переноса – главной энергетической “машины” клетки, встречает на своем пути три энергетических барьера. Их создают молекулы – ингибиторы, блокирующие перенос электронов.

Благодаря возникающим на пути потока электронов асимметричным потенциальным энергетическим барьерам и накапливается энергия, необходимая для синтеза АТФ. Функционально связаны с этим процессом и явления на двойном слое мембран клетки. Избирательно пропуская ионы веществ, этот слой также становится энергетическим барьером с электрическим потенциалом высокой плотности зарядов и значительной электродвижущей силой.

В живой клетке идет непрерывный процесс концентрации, преобразования и использования энергии окружающей среды. Этот исключительно эффективный с точки зрения энергетики процесс уникален на Земле (а возможно и во Вселенной), практически не дает отходов и, значит, **экологически безопасен**.

Структурно клетка близка к квантово-механическому миру – она состоит из тех же молекул, атомов и электронов, что и твердое тело. Поэтому в биоэнергетике применимы такие понятия теории энергетической инверсии, как круговорот (концентрация, преобразование и рассеяние) энергии, коэффициент ее преобразования, асимметричный (полупроводниковый) энергетический барьер и туннельный эффект (проникновение электронов сквозь этот барьер), энергоинверсия, преобразование тепловой энергии в электрическую и наоборот.

Входящие в структуру всякого живого вещества атомы углерода и водорода обладают электронной проводимостью. Когда атом водорода превращается в атом углерода и обратно, электрон транспортирует энергию, вполне достаточную для элементарного акта биосинтеза ($0,5 \cdot 10^{-20}$ эрг). Клетки хранят нужные им электроны в крупных гранулах, находящихся во внутреннем пространстве их энергетических “машин” – митохондрий.

На энергетических барьерах мембран и цепей переноса концентрируются энергия для окислительного фосфорилирования и синтеза АТФ. Если ферменты снижают высоту энергетических барьеров в цепи переноса электронов, возникает туннельный эффект: **электроны проникают сквозь энергетические**

Строение поверхности внутренней мембраны (размеры структур – в ангстремах) митохондрии живой клетки, в которой концентрируется и преобразуется тепловая (или солнечная) энергия в электрический ток

барьеры. Благодаря полупроводниковым свойствам они могут двигаться только в одном направлении. Неодинаковая концентрация электронов на барьерах создает разность электрических потенциалов. Так происходит концентрация электрической энергии.

Ферменты участвуют в “квантовании” этой энергии. Электроны молекул (атомов) фермента, получив запас дополнительной энергии, переходят на новый, более высокий энергетический уровень. Такие “возбужденные” электроны стремятся освободиться от лишней энергии и вернуться в более устойчивое энергетическое состояние. Избыток энергии возбужденный фермент и затрачивает на окислительное фосфорилирование и синтез консерванта энергии АТФ.

П.К. Ощепков обратил внимание на то, что именно на электронном уровне в живой клетке идут процессы, сопровождающиеся непрерывным сосредоточением и рассеянием энергии, функционирует **локальный круговорот энергии**. Он рассматривал живую клетку как автономную и самонастраивающуюся систему, которая использует энергию

окружающей среды, не разрушая ее. Главное, что он понял: каналы для транспортирования единичных ионов и цепи переноса энергии одним или двумя электронами подобны ультратонким проводникам, а мембраны и пункты пересечения в цепи переноса электронов – исчезающе малым энергетическим нанобарьерам.

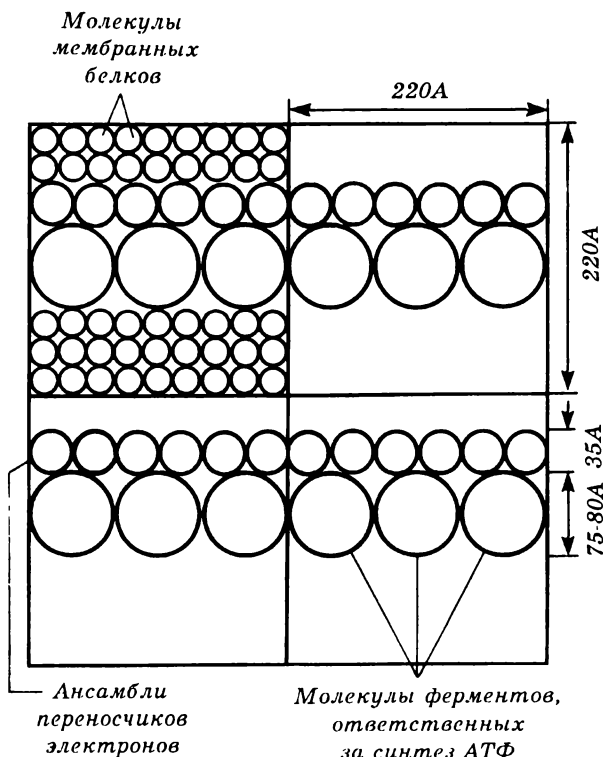
Энергоинверсионный метод исследования, разработанный на основе теории круговорота энергии в природе, позволяет по-новому взглянуть и понять механизмы биоэнергетики живой клетки.

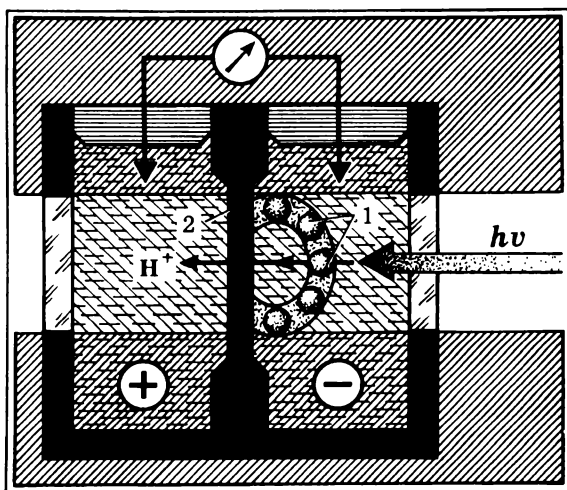
Такое понимание механизмов и физической природы биоэнергетики живой клетки позволило

П.К. Ощепкову осуществить **математическое моделирование процессов энергоинверсии**.

ВЕЛИКАЯ МИССИЯ СВЕРХМАЛЫХ КРИСТАЛЛОВ

Технология получения ультрадисперсных материалов (размером 100 и менее нанометров) включена ООН в список наиболее перспективных в XXI в. Последние достижения в области нанотехнологии и физики ультрадисперсных материалов – **нанокристаллов**, открывают на этом пути новые возможности. Исключительно малые размеры (нанометр – 10^{-9} м) существенно искажают структуру материала. Переход к наноуровню – не только





Генерация электрического тока молекулярными ферментными комплексами (1), совместно с биомембраной (2) преобразующими поступающую извне тепловую или солнечную энергию ($h\nu$) в электричество

количественный, но и качественный переход. В изменении свойств заключается главная особенность нового состояния вещества. У нанокристаллических металлов, например, обнаружены полупроводниковые свойства. Однослойные нанотрубки из углерода могут быть **одновременно проводниками и полупроводниками**. Все многослойные нанотрубки — полупроводники.

В 1934 г. американский физик-теоретик (впоследствии лауреат Нобелевской премии) Юджин Вигнер математически объяснил возможность получения ультрадисперсного металла с достаточно малым числом электронов проводимости. Они, по теории, должны перемещаться не хаотично, как у любых других металлов, а упорядоченно, с сохранением кристаллической структуры. Недавно открытие Ю. Вигнера экспериментально подтвердила меж-

дународная группа исследователей из США, Швейцарии и Бразилии. “Кристалл Вигнера” получил Закари Фиски в Национальной лаборатории высокого магнитного поля в Талла Хаси (штат Флорида, США). Речь идет об особом состоянии материи, о необходимости создания которого говорил еще П.К. Ощепков.

Сегодняшние знания об ультрадисперсных материалах подтверждают предположение, что жизнь зародилась в “морской пене”. Это ультрадисперсное состояние воды и содержащихся в ней примесей очень активно. И теория зарождения в морской пене каких-либо новых форм неорганической материи или органической жизни весьма правдоподобна. А сама пена, возможно, прародительница живой клетки!

Итак, наноструктура — условие для проявления, в полном соответствии с квантовой теорией, новых физических эффек-

тов и их последующего использования в нетрадиционных приборах и устройствах.

Можно сказать, что если ядерная энергия высвобождает потенциальную энергию материи, то нанотехнология, используя физические особенности ультрадисперсных материалов, **высвобождает структурный энергетический потенциал материи**.

ПРОЩАНИЕ С ОГНЕМ?

Лауреат Нобелевской премии Эрик Дрекслер назвал созданную им нанотехнологию “**молекулярным производством будущего**”. Мембраны можно представить как сверхбольшие (по высокой плотности элементов) интегральные схемы молекулярной наноэлектроники — “чипы”. Механизм концентрации и преобразования клеткой энергии окружающей среды в электрический ток может создать сверхминиатюрный наносточник такой энергии для проектируемых сейчас во многих лабораториях мира молекулярных наномашин-роботов. Какими бы хорошими по конструкции такие микророботы ни были, без электрической энергии им не работать.

На базе последних экспериментальных открытий биоэнергетиков, теоретических и практических достижений в области энергетической инверсии, нанотехнологии и создания нанокристаллов при поддержке Международной топливно-энергетической ассоциации

разрабатываются топливосберегающие, особо эффективные нанотехнологии для автономных, экологически безопасных генераторов энергетики XXI века.

В принципиально новых источниках тока будет работать не "огонь", как на тепловых и атомных элек-

тростанциях, а "горячие" электроны, экологически чистые, образующие структуру живой и неживой материи.

Со временем люди, по-видимому, распрощаются с древней, малоэффективной, опасной для жизни и расточительной огневой энергетикой.

Информация

Воссоздание первой секунды

После 10 лет работы с пучками ядер высоких энергий представлены результаты программы исследований ЦЕРНа (Европейский центр ядерных исследований), позволяющие понять механизм возникновения нашей Вселенной. Примерно через микросекунду после Большого Взрыва мир представлял "суп" из кварков и глюонов (кварк-глюонная плазма). В ходе расширения и охлаждения Вселенной уменьшались ее плотность и температура, кварки и глюоны начали "замораживаться", превращаясь в протоны и нейтроны.

Для проверки справедливости этого сценария в экспериментах ЦЕРН, ведущихся с 1986 г., пучки ядер ускорили до максимально высоких энергий и затем направляли на плотные мишени. После многолетней кропотливой работы стало более понятно, что происходило в первую микросекунду после возникновения Вселенной.

Цель эксперимента – получить островки первичной кварк-глюонной плазмы, крошечные по сравнению с ядрами, и изучить их поведение в условиях "Малых Взрывов".

Теоретики предсказали, что такой "плазменный суп" можно "сварить" при температуре около 170 МэВ (порядка 10^{11} К, что в 100000 раз больше температуры в центре Солнца) при концентрации энергии около 1 ГэВ на кубический фемтометр ($1 \text{ фм} = 10^{-15} \text{ м}$) и плотности в 7 раз выше ядерной.

На ускорителях ЦЕРН создавали ионные пучки высоких энергий в семи экспериментах. Применены многоцелевые детекторы для получения полной картины взаимодействия тяжелых ионов, а также специальная аппаратура для редких событий. Разработанные установки и физические программы – прекрасный пример сотрудничества разных стран. В экспериментах принимали участие ученые из более чем 20 стран, включая Италию, Японию, Германию, Францию, Португалию, Россию, Финляндию, Индию, Польшу, Грецию, Швейцарию, Великобританию и США.

Оценки достигнутой плотности энергии при столкновениях ядер (несколько ГэВ/фм³) показывают, что предвычисленный теоретиками критический уровень преодолен.

Результаты, полученные с использованием пучков тяжелых ионов, были итогом длительной программы, восходящей к 1982 г. Тогда группа энтузиастов предложила использовать установку ЦЕРН для ускорения ионов кислорода,

чтобы продолжить и расширить исследования тяжелых ионов. Несмотря на загруженность программы ЦЕРН другими проектами, работы начались. Важным элементом стал инжектор линейного ускорителя ЦЕРН, на котором осваивалась работа с дейтонами и альфа-частицами. Он был оснащен ионным источником из Гренобля и радиочастотным квадруполем из Беркли.

В середине 80-х, когда в ЦЕРН начали работать с электронами и позитронами на больших ускорителях, приступили к экспериментальной программе с целью ускорения ионов кислорода до 200 ГэВ на нуклон. На синхротроне в Брукхэйвене (США) в это время были получены пучки с энергией 14,6 ГэВ/нуклон. Вскоре в ЦЕРН стали ускорять ионы серы до 200 ГэВ/нуклон. В 1993 г. оборудование модернизировали и установили новые инжектор и ионный источник, что позволило приступить к ускорению более тяжелых ионов.

Результаты эксперимента ЦЕРН вызвали бурную реакцию среди ученых. Работа будет продолжаться. Теоретик М. Джекоб заметил: "Мы видели кипящую воду. Но еще не знаем свойств пара и как идет процесс кипения".

CERN Courier, Vol. 40, № 3,
2000

Материал подготовил
Л.С. Ширшов

Выход в космос необходим для устойчивого развития цивилизации

А.М. МИКИША,
кандидат технических наук

М.А. СМЕРНОВ,
доктор физико-математических наук
Институт астрономии РАН

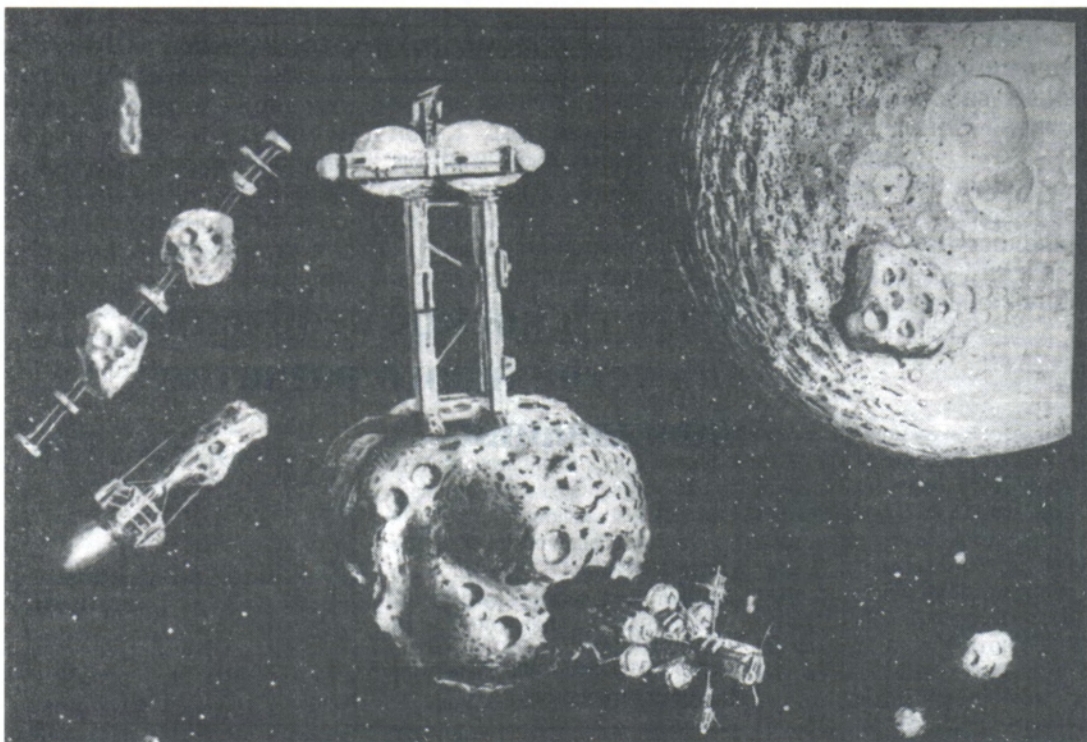
В конце XX в. деятельность человека охватила практически всю нашу планету. Используется мировой океан: полезные ископаемые добывают не только с шельфов, но и со дна морей и океанов, развивается аквакультура. Начато освоение Антарктиды: полеты пассажирских самолетов, туризм. Вся поверхность земного шара превратилась в "Ойкумену" – освоенное человечеством пространство. Тем самым, четко обозначился естественный предел распространения земной цивилизации. С одной стороны, это благо, ведь люди начнут уделять больше внимания уже обжитому, постараются оптимальным образом использовать имеющиеся территории и ре-

сурсы. Но, с другой стороны, в такой "замкнутости" таится опасность застоя.

Цивилизация не может устойчиво развиваться без научно-технического прогресса. Естественный предел способности природы к самовосстановлению уже практически достигнут. При сохранении нынешнего темпа демографического роста в развивающихся странах невозможно создать в них социальное благополучие, приближающееся к таковому в развитых странах, хотя бы в силу опасности глобальной экологической катастрофы. Застой в развитии в таких условиях чреват социальным взрывом. Напрашивается историческая аналогия: Римская империя в первые века

новой эры расширилась географически до максимальных пределов, а затем начался застой, экономический и культурный, в развитии европейской цивилизации. Он известен как эпоха Средневековья. Выйти из кризиса помогли Великие географические открытия.

В современном мире, где непрерывно растущий потенциал развивающегося общества вступил в противоречие и с экологической ситуацией, и с возможностью обеспечить энергопотребление, и с запасами земных ресурсов, единственная возможность продолжить развитие – выход в космос. Он уже принес людям ощутимую практическую пользу, в первую очередь в области инфор-



матизации. Через спутники передаются программы телевидения, телефонные переговоры и сигналы электронной почты. Метеорологические спутники отслеживают глобальные атмосферные процессы. Навигационные космические системы дают возможность в любую погоду узнать местонахождение морского или воздушного корабля. Наконец, космическая разведка избавляет стратегов соперничающих стран от недоверия, позволяет вести честные переговоры об ограничении или сокращении вооружений. Рекордные по срокам полеты наших космонавтов доказали возможность длительной работы экипажей в условиях невесомости. Этот бесценный опыт подтверждает возможность полета лю-

дей к Марсу, Меркурию, астероидам, а может быть, и к спутникам больших планет. На обитаемых космических станциях проведено немало биологических и технологических экспериментов. В невесомости удастся получать химические соединения и сплавы, которые невозможно изготовить на Земле. Не исключено, что в будущем экономически выгодными станут производственные предприятия на околоземной орбите. Иногда высказывается мнение, что космос — идеальное место, куда можно удалять особо опасные отходы производства. Но при этом необходимо заранее серьезно продумать вопросы экологии космоса, чтобы на этом новом этапе, по крайней мере, не начинать новую тупиковую (и

Разработка полезных ископаемых на астероидах. Художник С.В. Птицын

не только в экологическом смысле!) ветвь развития.

Из небесных тел, которые можно практически использовать, наибольшие шансы у Луны. Предполагается, что верхние слои лунного реголита содержат редкий на Земле изотоп гелий-3 — идеальное топливо для термоядерных электростанций. Он приходит с солнечным ветром и за долгую историю Луны мог «пропитать» ее грунт. Не исключено и появление на Луне комплекса предприятий по производству космических аппаратов и топлива для них. При этом потре-

буется создать там горнодобывающую, металлургическую и химическую промышленность. Малая сила тяжести на Луне сулит огромное удешевление выведения грузов на околоземные и более далекие орбиты. Космос может стать местом проведения таких физических и биологических экспериментов, проведение которых на Земле связано с риском для человечества и окружающего пространства.

Перспективно и развитие космического туризма. Человеческое любопытство неистребимо. Уже сейчас совершаются туристские плавания в район Северного полюса, спортивные походы по Антарктиде. Когда надежность космической техники возрастет, а стоимость полетов снизится, найдется немало охотников взглянуть на Землю со стороны, испытать чувство невесомости, выйти в открытый космос или просто "погулять по Луне".

Проблема космической экспансии серьезно разрабатывалась в недалеком прошлом. В Принстоне (США) группа физиков во главе с О'Нейлом разработала предложения по созданию в околоземном космосе поселений в форме цилиндров, вращение которых обеспечило бы жителям привычную гравитацию. По мысли разработчиков, первые такие станции могли бы быть небольшими, но по мере накопления опыта должны превратиться в громадные сооружения

длиной до 32 км и диаметром больше 6 км. В таком "космическом городе" может с комфортом разместиться до 20 млн человек. В нем можно создать собственное "сельское хозяйство" и замкнутую экологическую систему. Материал для таких сооружений лучше всего добывать на Луне. Массовое космическое строительство предположительно могло бы начаться через 250 лет. Знаменитый астрофизик И.С. Шкловский (1916–1985) в книге "Вселенная, жизнь, разум" так оценивает "Принстонский проект": *"Принципиальное значение имеет... реальность выхода не отдельных героев-космонавтов, а человечества за пределы Земли для созидательной работы, которая в перспективе позволит избежать надвигающихся кризисных ситуаций"*. Появление таких ситуаций ученый считает вполне возможным. Действительно, рост населения, производства и энергопотребления подчиняется тем же законам геометрической прогрессии, что и размножение живых существ. Если принять, что развитие общества непременно сопровождается количественным ростом его хозяйственного потенциала, то космическая экспансия неизбежна.

Таким образом, обсуждая проблему будущего развития цивилизации, мы приходим к выводу, что для практически неограниченного количественного и качественного

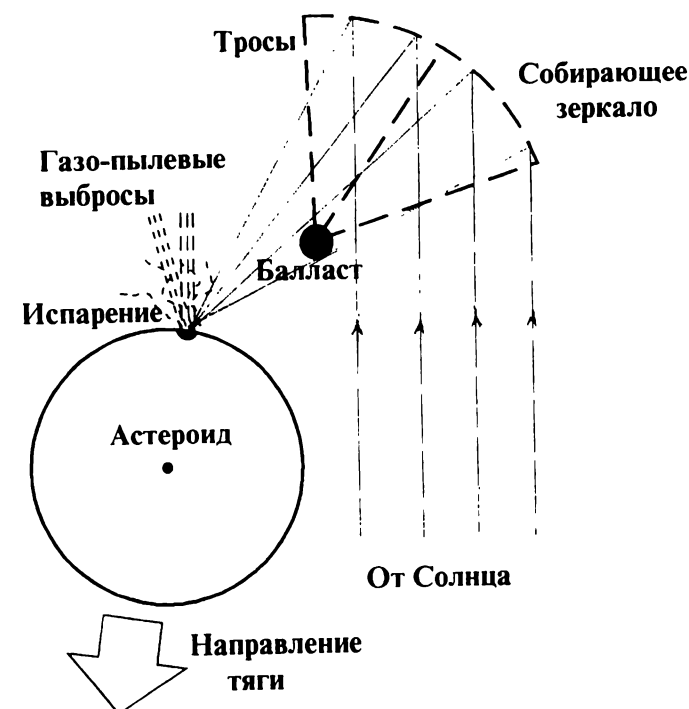
прогресса человечества необходим выход в космос.

На этом пути стоит несколько преград. Во-первых, дороговизна доставки в космос грузов, во-вторых, вредные факторы: радиация и опасность повреждения космическим аппаратом метеороидными частицами. Пока космос осваивается аппаратами ограниченного срока службы и сравнительно небольшого размера, последней угрозой можно пренебречь. Но, по мере того как в космосе начнется реальное производство, вопрос о его защищенности станет злободневным. Для освоения Луны и объектов на высоких орбитах (пока из таких активно используется геостационарная) потребуются специальные аппараты для межорбитальных перелетов, предназначенные для функционирования только в космосе и при ограниченных перегрузках. При значительном количестве этих аппаратов потребуются космические ремонтные станции (напоминающие плавучие доки), так как транспортировка межорбитальных аппаратов на Землю для ремонта будет слишком дорогой.

Защитные сооружения долговременной орбитальной станции, предназначенной для производственной деятельности в космосе, весьма значительны по массе. Транспортировка такой "брони" с Земли обойдется очень дорого. Самым дешевым способом обеспечить за-

щиту станций может оказаться астероид, доставленный на околоземную орбиту! Астероид диаметром порядка 100 м представляется весьма привлекательным с точки зрения длительного размещения в нем производственных предприятий. Он обеспечит почти полную защиту как от радиаций, так и от ударов метеороидов. Кроме того, в его центральной области можно осуществлять технологические процессы, использующие микрогравитацию. Вещество астероидов – один из возможных внеземных источников конструкционных материалов для разворачивания производства в космосе.

Большинство ныне открытых крупных астероидов принадлежит Главному поясу, расположенному между орбитами Марса и Юпитера. Некоторые из этих астероидов слишком велики, чтобы их можно было передвинуть поближе к Земле. Другие, поменьше, которые можно было бы приблизить, недостаточно изучены. Между тем, вблизи Земли постоянно проходят объекты из семейств астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ). Сейчас их известно более 500. По некоторым оценкам это примерно 10% от общего ко-



личества АСЗ. В частности, предполагается, что в метеорных потоках есть огромное количество астероидов, которые совсем близко подходят к Земле. Они особенно интересны для будущей космической деятельности. Среди этих астероидов встречаются объекты с относительно небольшими скоростями, и именно они в первую очередь должны рассматриваться как потенциальный источник материала для начала астроинженерной деятельности человечества.

Нами была рассмотрена задача транспортировки астероида в район орбиты Земли. Для этого предлагается идея конструкции, которая может быть названа так: "Солнечно-термический бес-

камерный реактивный двигатель". Источник энергии в этом двигателе – Солнце, рабочее тело – вещество астероида. Движитель представляет собой соединение зеркала и астероида. Зеркало не "везется" с Земли, а своим ходом вместе с необходимым оборудованием, как солнечный парус, "везет себя" к астероиду. Затем происходит ориентирование и монтаж двигателя. Солнечные лучи, сфокусированные зеркалом, нагревают участок поверхности астероида. Испарение вещества создает реактивную тягу. Приведем некоторые оценки для возможности реализации этого проекта в начале XXI в.

Для транспортировки астероида диаметром 200 м

нужно зеркало примерно такого же размера: 170×170 м. Придется выбрать астероид большего размера, чем требуется на околоземной орбите, т.к. при транспортировке значительная часть его вещества будет израсходована в качестве рабочего тела двигателя. Зеркало можно изготовить из металлизированных полимерных пленок толщиной 2 мкм. Масса такого зеркала – всего 120 кг. Чтобы удержать его в фиксированном положении, предлагается использовать гравитационное поле астероида; ведь осуществить механическое крепление (“бросить якорь”) невозможно, так как астероид вращается вокруг оси. Масса балласта, необходимого для удержания зеркала в определенном положении относительно астероида, составит около 1200 кг. Им может стать последняя ступень ракеты-носителя.

Прежде всего понадобится изменить скорость орбитального движения астероида так, чтобы направить его к Земле. Перевести астероид с гелиоцентрической орбиты на геоцентрическую (околоземную) наиболее рационально с помощью гравитационного маневра в системе Земля-Луна-астероид. Существенен выбор конечной орбиты для астероида: околоземная или окололунная. Изменить скорость движения астероида на величину, достаточную для перехода на требуемую орбиту,

можно будет за сравнительно небольшое число дней. “Включать” двигатель придется несколько раз на интервале времени 3-5 лет, для необходимых маневров в пространстве.

Сделанные оценки позволяют прийти к выводу о реальности решения задачи транспортировки астероида размерами сотни метров (вплоть до 10 км диаметром) в околоземное пространство с помощью солнечно-термического бескамерного двигателя. Масса доставляемой к астероиду нагрузки составляет единицы тонн для стометрового астероида, 25-70 т для астероидов диаметром около километра и 250-700 т для десятикилометровых астероидов. Реальные размеры и масса зеркала, обеспечивающего, во-первых, транспортировку его до астероида, и, во-вторых, работу по созданию дополнительной тяги. Размеры зеркала (его рабочей поверхности) не превышают размеров астероида.

Одна из опасностей, подстерегающих человечество – столкновение астероида с Землей, вероятность которого сравнительно невелика, но и не равна нулю. Наша планета испытала ужасные последствия таких столкновений в прошлом: последнее произошло примерно 65 млн лет назад, и, возможно, в результате этого более 2/3 живых существ на планете погибли. Поэтому одной из важнейших целей космической активности чело-

вечества должно стать предотвращение падений астероидов на Землю. Уже существуют технические средства, с помощью которых можно предотвратить подобную катастрофу. Современная ракетно-космическая техника обеспечивает возможность полета космических аппаратов к астероиду. Ядерные взрывные устройства способны отклонить летящий к Земле астероид либо уничтожить его, и они пока незаменимы для целей отражения астероидной опасности (во всяком случае при малых временах предупреждения). Чтобы отклонить однокилометровый астероид хотя бы на величину радиуса Земли, потребуется энергия порядка 1 кт и время предупреждения 1,6 года, поэтому при использовании их логичнее говорить о разрушении астероида на больших расстояниях. При транспортировке таким методом (ядерные взрывы) астероида на близкую к Земле орбиту, если исходить из исследования, проведенного Джоном Льюисом и Мелиндой Хадсен (1993 г.), 90% вещества астероида уйдет в пыль и осколки. Кроме того, придется смириться с побочными эффектами, такими как заражение остатков и нарушение структуры доставленного тела.

Обнаружить сравнительно крупные (сотни метров в диаметре) астероиды в окрестности Земли можно с помощью небольших телескопов. Простейшие вычисления

показывают, что стометровый объект с отражаемыми свойствами, подобными веществу Луны, можно обнаружить на расстоянии в несколько миллионов километров от Земли даже с 60-см телескопом при 2-мин накоплении на ПЗС-матричном приемнике. Такое расстояние даже самый быстрый астероид преодолеет за несколько суток, что представляется вполне достаточным для принятия мер по предотвращению катастрофы. Международная информационная система слежения за астероидами может быть создана в короткий срок на основе использования существующих в России и США систем контроля космического пространства.

Не рано ли толковать сейчас о проблемах развития человечества в середине XXI в.? Мы все

равно не сможем предугадать, как отнесутся к возникающим сейчас экономическим и экологическим проблемам наши внуки. Почему-то получается, что чем более отдалено обсуждаемое будущее, тем спокойнее мы к нему относимся. Хотя, казалось бы, должно быть наоборот: говоря об отдаленном будущем, равно как и об отдаленном прошлом, мы обсуждаем вещи, которые гораздо серьезнее повседневных мелочей.

Здесь неизбежно приходится задавать и обсуждать “детские” вопросы: А что будет потом? Что происходит с цивилизацией, когда она становится “взрослой” по космическим меркам? и т.д. Окончательных ответов на такие вопросы нет. Но напрашивается аналогия. Когда, после многих размышлений, Христофор

Колумб понял, что, плывя на запад через океан, можно добраться до богатейших земель Индии и Китая, и начал снаряжать экспедицию, оказалось, что существуют карты Атлантического океана и островов в нем. Только благодаря труду предшественников Колумб смог открыть Америку. Так и в случае освоения космоса. Прошло более 40 лет со дня запуска первого спутника и начала космической эры. Еще через 50 лет, когда реально потребуются передвинуть астероид, на “пустом месте” сделать это будет затруднительно. Поэтому уже сейчас мы должны думать и работать над тем, как использовать для устойчивого развития цивилизации уже накопленный человечеством опыт в области практической космонавтики и ракетно-ядерной техники.

Информация

Лавовый поток на Ио

25 ноября 1999 г. автоматическая межпланетная станция “Galileo” прошла в 300 км от Ио, спутника Юпитера. Бортовая камера была направлена в сторону вулкана Тваштар, названного по имени солнечного индийского божества. Вулкан расположен вблизи северного полюса Ио.

И вот неожиданная удача – как раз в момент сближения вулкан пробудился и начал выбрасывать раскаленную лаву. Свечение было таким ярким, что ослепило часть электронного детектора и на изображении появилось белесое пятно.

Впервые на Ио зафиксирован новый тип извержений – не столб, как обычно, а занавес. Изверженная лава сформировала длинный узкий горизонтальный поток. Такое встречается и на Земле – лава выступает из длинной расщелины. Но на Земле она обычно растекается по поверхности, а на

Ио сформировала занавес длиной около 25 км и высотой 1,5 км.

Через три часа событие подтвердили наблюдения с Земли. Астрономы с помощью инфракрасного телескопа, установленного на горе Мауна-Кеа на Гавайях, обнаружили на Ио “горячую точку” в районе Тваштара. Этот вулкан был близок к краю видимого диска Ио. Огненный занавес удалось заметить лишь потому, что он высоко вздымался над поверхностью.

Science, 1999, 286, 2436

Спиральный узор в карликовой галактике

Карликовые галактики присутствуют во всех больших группах галактик и по количеству доминируют во Вселенной. Они содержат всего десятки миллионов звезд, в то время как в галактиках нормального размера их сотни миллиардов. Галактики-карлики не так красивы, как их большие собратья, но столь же интересны с научной точки зрения.

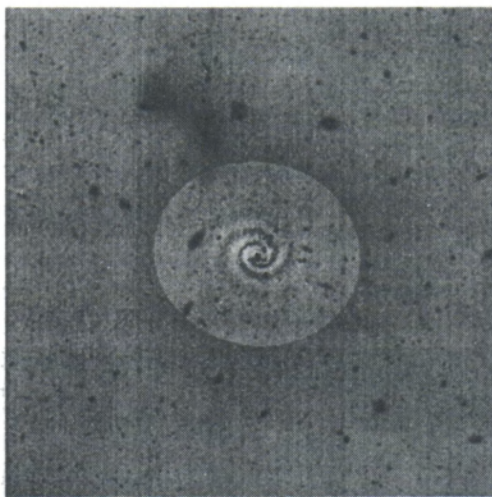
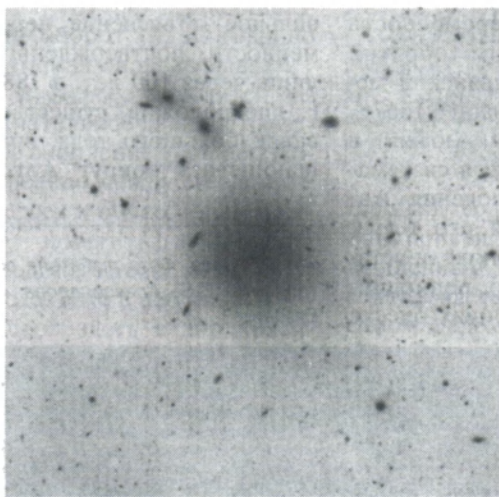
лактик обычно плавно убывает от центра к периферии. Обычная их форма – трехосные эллипсоиды. У некоторых почти сферическая форма, другие напоминают сигары или спортивные диски и т.д. Любые эллиптические галактики, независимо от размера, – звездные агрегаты. Спиральные, в отличие от них, содержат и газопылевые облака.

При тщательном исследовании некоторые галактики могут преподнести сюрпризы. Так, полной неожиданностью стало открытие хорошо развитой спиральной структуры внутри обычной эллиптической карликовой галактики.

Это – результат исследова-

ном зеркале Анту) и прибора ФОРС-1 (Земля и Вселенная, 1999, № 1). Затем они провели фотометрию изображений галактик. Эллиптические галактики-карлики с плавным распределением яркости представляли особый интерес, т.к. по этому параметру можно определять расстояние до них.

В процессе обработки снимков требовалось вычлест осесимметричную часть из измеренного распределения яркости по диску. Когда этой процедуре подвергли ничем не выделяющуюся карликовую галактику IC 3328, открылась поразившая астрономов картина: четко проявилась правильная спиральная двухрукав-



Около двух дюжин карликовых галактик известны в Местной группе. Большое и Малое Магеллановы Облака, самые крупные спутники нашей Галактики, принадлежат к типу неправильных. NGC 147 и NGC 205, спутники Туманности Андромеды, – эллиптические. Поверхностная яркость карликовых эллиптических га-

ний, выполненных группой астрономов во главе с Х. Джердженом из Австралийского национального университета. Ученые провели наблюдения серии карликовых галактик из скопления в созвездии Девы (расстояние 50 млн св. лет) с помощью Очень Большого Телескопа Европейской Южной Обсерватории (на его пер-

ная структура. Ничего подобного ранее не видели в карликовых эллиптических галактиках. Яркость рукавов только на 3 % превышала яркость фона. Теоретикам предстоит объяснить происхождение спирального узора в галактике IC3328.

ESO Press Release 12/00

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: НОЯБРЬ–ДЕКАБРЬ 2000 г.

ЧТО НАБЛЮДАТЬ НА ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

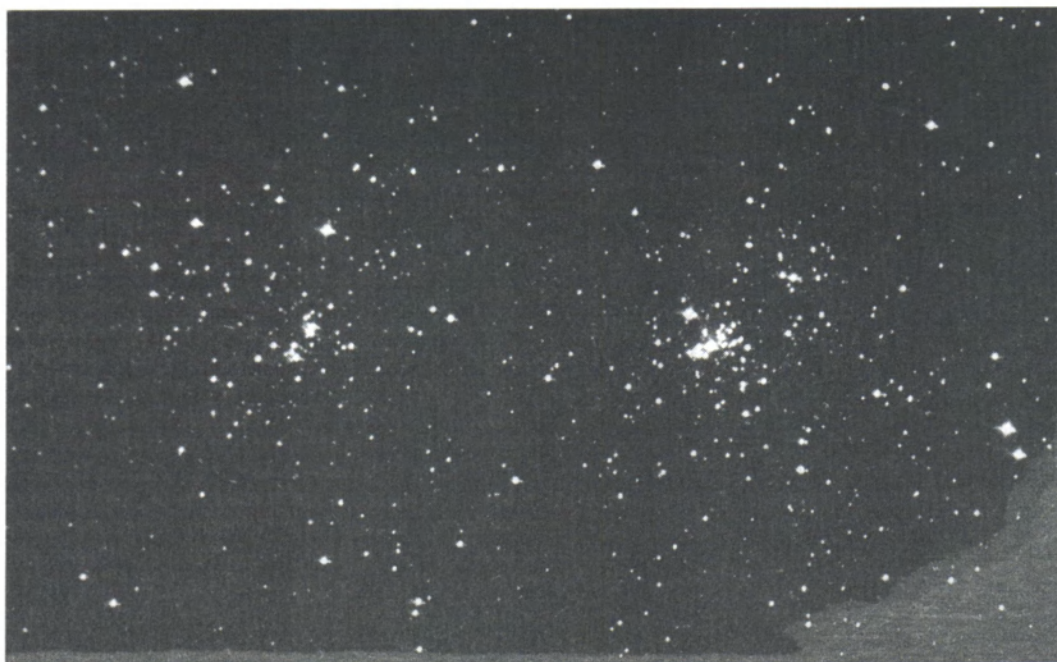
В эти месяцы наилучшие условия наблюдений будут для тех объектов, которые находятся в созвездиях **Персея**, **Возничего**, **Тельца**, **Ориона**. Во всех этих созвездиях есть много интересного.

В **Персее** это прежде всего **Алголь** (β Per). Переменность ее блеска замети-

ли арабы в средние века. В Европе на переменность Алголя первым обратил внимание итальянский астроном Монтанари в 1667 г. Джон Гудрайк (Англия) в 1782-84 гг. провел систематические наблюдения Алголя, оценивая его блеск каждую ясную ночь, и установил строгую периодичность в изменениях блеска

($P = 2^{\text{д}}20^{\text{ч}}49^{\text{м}}$). Он дал правильное объяснение переменности, подтвержденное лишь через 100 лет, в 1889 г., предположив “существование большого тела, вращающегося вокруг Алго-

χ и η Персея. Фото любителя астрономии С.Б. Александрова из Рязани

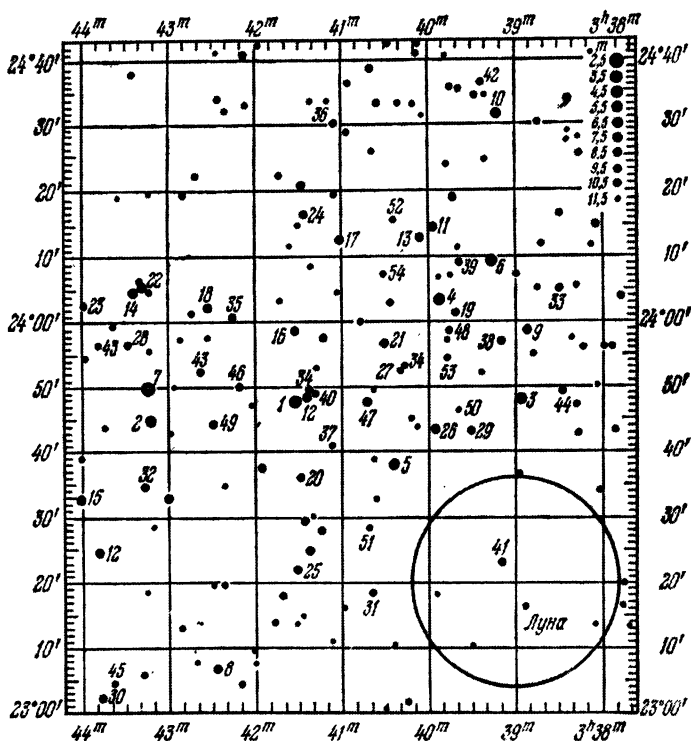


Карта звездного скопления Плеяд. Кругом отмечен размер лунного диска. Ярчайшие звезды имеют собственные имена: 1 – Альциона, 2 – Атлас, 3 – Электра, 4 – Майя, 5 – Меропа, 6 – Тайгета, 7 – Плейона, 9 – Целено, 11 – Астеропа

ля”. Этим телом оказалась звезда-спутник, немного меньшая по размеру, с температурой поверхности 7000 К и массой около одной $M_{\odot}$. Главная звезда – белый гигант с температурой поверхности 15 000 К и массой 4,6 $M_{\odot}$. Расстояние между звездами 10,4 млн км. У этой пары есть еще один спутник, завершающий оборот за 1,87 года, но затмений он не вызывает.

В Персее находится замечательное двойное звездное скопление χ и h Per. Посередине между звездами α Персея и δ Кассиопеи можно заметить небольшое продолговатое пятнышко света. Уже в небольшой телескоп здесь видно красивое звездное облако с двумя центрами сгущения. Астрономы насчитывают в скоплении χ примерно 200 звезд, в h – 300. Размеры их 14 и 17 пк, а расстояние между ними существенно больше – 100 пк. Но оба скопления генетически связаны, входящие в них звезды возникли примерно в одно и то же время из одного громадного газопылевого облака.

Самые известные рассеянные звездные скопления находятся в созвездии Тельца. Плеяды видны как маленькая компактная группа слабых звездочек. Человек с нормальным зрением различает 6-7 звезд, с очень хорошим – около 10. Но уже



Галилей со своим, по нашим понятиям, весьма несовершенным телескопом насчитал здесь 36 звезд. На самом деле их около 280. На небе они занимают площадь в несколько раз больше лунного диска, а в пространстве разбросаны на 7 пк. На фотографиях, сделанных с помощью больших телескопов, видны пылевые туманности вокруг ярких звезд Плеяд – остатки туманности, из которой сформировались звезды скопления около 2,5 млн лет назад. **Гиady** – группа звезд, разбросанных вокруг **Альдебарана**, самой яркой звезды Тельца, – ближайшее к Солнцу звездное скопление. Но сам Альдебаран только проецируется на скопление, расстояние до него вдвое меньше. Расстояния до Гиад (45 пк) и до

Плеяд (120 пк) лежат в основе построения шкалы расстояний во Вселенной (Земля и Вселенная, 2000, № 1).

В Тельце находится **Крабовидная туманность**, занесенная в каталог Мессье под номером 1 – **M1**. И это не случайно. В 1758 г. французский астроном, ловец комет Ш. Мессье, обнаружил здесь небольшое туманное пятнышко, едва различимое в его телескоп, и решил, что открыл новую комету. Когда он убедился в ошибке, то решил составить каталог объектов, которые могут быть приняты за кометы. Так открытие Крабовидной туманности послужило толчком к созданию каталога туманностей, до сих пор самому популярному среди любителей астрономии. Он включает самые различные по

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В НОЯБРЕ–ДЕКАБРЕ 2000 г.

Дата	Время UT	Событие	Дата	Время UT	Событие
Ноябрь 3	3 ^h 30 ^m	Луна в апогее (404377 км)	Декабрь 4	3 ^h 55 ^m	Луна в первой чет- верти
Ноябрь 4	7 ^h 27 ^m	Луна в первой четверти	Декабрь 4	14 ^h 03 ^m	Плутон в соединении с Солнцем
Ноябрь 11	21 ^h 17 ^m	Полнолуние	Декабрь 11	9 ^h 05 ^m	Полнолуние
Ноябрь 13	2 ^h –3 ^h	Покрытие Луной звезды δ^1 Тельца 3,8 ^m	Декабрь 11	20 ^h 32 ^m	Соединение Венеры с Нептуном, 2,5°N
Ноябрь 14	23 ^h 01 ^m	Луна в перигее (366047 км)	Декабрь 12	22 ^h 20 ^m	Луна в перигее (360602 км)
Ноябрь 15	5 ^h 22 ^m	Меркурий в наибольшей западной элонгации 19,3°	Декабрь 13	17 ^h	Максимум метеорного потока Геминид
Ноябрь 15	21 ^h –23 ^h	Покрытие Луной звезды δ Близнецов 3,5 ^m	Декабрь 17		Солнце переходит из созвездия Зме- еносца в созвез- дие Стрельца
Ноябрь 17	8 ^h	Максимум метеорного потока Леонид			
Ноябрь 18	15 ^h 27 ^m	Луна в последней четверти	Декабрь 18	0 ^h 44 ^m	Луна в последней четверти
Ноябрь 19	12 ^h 42 ^m	Сатурн в противо- стоянии	Декабрь 21	13 ^h 37 ^m	Зимнее солнце- стояние
Ноябрь 20	1 ^h 09 ^m	Сатурн в наибольшем блеске, –0,4 ^m	Декабрь 22	6 ^h	Максимум метеорного потока Урсид
Ноябрь 22		Солнце переходит из созвездия Весов в созвездие Скорпиона	Декабрь 23	20 ^h 55 ^m	Соединение Венеры с Ураном, 1,3°N
Ноябрь 25	21 ^h 49 ^m	Юпитер в наибольшем блеске, –2,9 ^m	Декабрь 25	17 ^h 24 ^m	Новолуние
			Декабрь 25	17 ^h 25 ^m 5 1 ^c	Частное солнечное затмение , види- мое в Северной и Центральной Америке
Ноябрь 25	23 ^h 13 ^m	Новолуние			
Ноябрь 28	2 ^h 12 ^m	Юпитер в противо- стоянии	Декабрь 25	19 ^h 23 ^m	Меркурий в верхнем соединении
Ноябрь 29		Солнце переходит из созвездия Скорпиона в созвездие Зме- еносца	Декабрь 26	16 ^h	Луна в нисходящем узле
			Декабрь 28	15 ^h 04 ^m	Луна в апогее (406193)
Ноябрь 30	23 ^h 38 ^m	Луна в апогее (405273 км)			

СОЕДИНЕНИЯ ПЛАНЕТ С ЛУНОЙ

Дата	Время UT	Планета		Дата	Время	Планета	
Ноябрь 3	14 ^h 36 ^m	Нептун	1,6°N	Декабрь 2	2 ^h 00 ^m	Уран	2,0°N
Ноябрь 4	17 ^h 03 ^m	Уран	1,8°N	Декабрь 9	18 ^h 00 ^m	Сатурн	1,7°N
Ноябрь 12	11 ^h 12 ^m	Сатурн	1,5°N	Декабрь 10	8 ^h 19 ^m	Юпитер	2,6°N
Ноябрь 13	4 ^h 03 ^m	Юпитер	2,3°N	Декабрь 20	9 ^h 41 ^m	Марс	3,9°S
Ноябрь 21	21 ^h 00 ^m	Марс	3,8°S	Декабрь 24	0 ^h 11 ^m	Плутон	7,5°N
Ноябрь 24	13 ^h 00 ^m	Меркурий	2,8°S	Декабрь 25	17 ^h 15 ^m	Меркурий	2,6°S
Ноябрь 29	17 ^h 49 ^m	Венера	2,0°S	Декабрь 28	8 ^h 00 ^m	Нептун	2,0°S
Ноябрь 30	23 ^h 22 ^m	Нептун	1,8°N				

Примечание: N – планета находится к северу от Луны, S – к югу.

Таблица III

СОЛНЦЕ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Восход	Заход	Восход	Заход
			(λ = 0 ^h φ = 50°)		(λ = 0 ^h φ = 56°)	
Ноябрь 1	14 ^h 25 ^m 56.2 ^s	-14°27'18"	6 ^h 50 ^m	16 ^h 36 ^m	7 ^h 08 ^m	16 ^h 19 ^m
11	15 05 46.6	-17 26 31	7 07	16 21	7 29	15 59
21	15 47 01.1	-19 55 45	7 23	16 09	7 49	15 42
Декабрь 1	16 29 36.1	-21 48 48	7 37	16 01	8 07	15 31
11	17 13 13.6	-23 00 11	7 49	15 58	8 21	15 25
21	17 57 28.8	-23 26 13	7 56	16 00	8 30	15 27

Пример: вычислить время восхода Солнца в Рязани (φ 54°38', λ = 2°39,0') 5 ноября 2000 г. Начнем с интерполяции на дату. На широте 50° восход Солнца 5 ноября произойдет в 6^h50^m + 0,4 × (7^h07^m - 6^h50^m) = 6^h57^m. Аналогично найдем для широты 56°: время восхода - 7^h16^m. Теперь интерполируем по широте: 6^h57^m + 0,77 × (7^h16^m - 6^h57^m) = 7^h12^m. А теперь приведем к поясному времени: 7^h12^m + 3^h - 2°39,0' = 7^h33^m.

физической природе объектов. M1 – остаток вспышки Сверхновой 1054 г.

В созвездии **Возничего** интересны рассеянные скопления M37, M38 и M39 (расположены между θ Возничего и β Тельца), а также две затменные переменные, супергиганты ξ Aug и ε Aug. Вот только, в отличие от Алголя, наблюдать их затмения затруднительно. У первой звезды период обращения 972 дня, а у второй – 27 лет.

Орион – самое заметное и самое богатое яркими звездами созвездие зимнего неба. Здесь расположена О-ассоциация – скопление молодых горячих звезд спектрального класса О. Самая яркая звезда созвездия, **Ригель**, β Ori, излучает света в 64 000 раз больше, чем Солнце. Вторая по яркости, **Бетельгейзе**, α Ori, красный сверхгигант, по диаметру превосходит Солнце в 300 раз. Под цепочкой из трех

ярких звезд, составляющих пояс **Ориона**, находится **туманность Ориона M42** – диффузная газовая туманность, различимая невооруженным глазом. В направлении созвездия Ориона на расстоянии около 380 пк находится ближайшая к нам область активного звездообразования, этим и объясняется наблюдаемое обилие О-звезд, а также молодых переменных звезд нескольких классов (орионовы переменные).

Меркурий

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Ноябрь 6	13 ^h 55 ^m 06.9 ^s	-10°13'50"	8.8"	—	5 ^h 49 ^m	15 ^h 53 ^m
11	13 57 23.5	-9 38 18	7.6	-0.1 ^m	5 29	15 40
16	14 13 05.2	-10 55 05	6.6	-0.6	5 34	15 28
21	14 36 36.3	-13 09 50	5.9	-0.7	5 53	15 17
26	15 04 14.1	-15 42 58	5.5	-0.7	6 19	15 06
Декабрь 1	14 34 07.9	-18 12 21	5.1	-0.7	6 47	15 01

Венера

Ноябрь 1	16 ^h 55 ^m 58.3 ^s	-24°15'06"	13.7"	-4.0 ^m	10 ^h 57 ^m	17 ^h 32 ^m
11	17 48 52.4	-25 24 19	14.4	-4.0	11 21	17 35
21	18 41 53.3	-25 20 41	15.3	-4.1	11 33	17 50
Декабрь 1	19 33 52.2	-24 04 46	16.3	-4.1	11 33	18 15
11	20 23 44.7	-21 42 37	17.4	-4.2	11 22	18 47
21	21 10 46.7	-18 24 28	18.8	-4.2	11 04	19 21

Марс

Ноябрь 1	11 ^h 55 ^m 04.9 ^s	+1°56'52"	4.1"	1.8 ^m	2 ^h 57 ^m	15 ^h 26 ^m
11	12 17 41.6	-0 29 34	4.2	1.7	2 55	14 55
21	12 40 12.3	-2 54 18	4.4	1.7	2 52	14 24
Декабрь 1	13 02 40.2	-5 15 49	4.5	1.6	2 49	13 53
11	13 25 07.1	-7 32 38	4.7	1.5	2 46	13 22
21	13 47 35.9	-9 43 28	5.0	1.5	2 43	12 52

Юпитер

Ноябрь 1	4 ^h 32 ^m 00.8 ^s	+20°56'31"	47.5"	-2.8 ^m	17 ^h 27 ^m	10 ^h 11 ^m
11	4 27 16.2	20 46 33	48.2	-2.8	16 45	9 26
21	4 21 49.9	20 34 52	48.6	-2.8	16 01	8 10
Декабрь 1	4 16 05.9	20 22 10	48.6	-2.8	15 14	7 48
11	4 10 31.2	20 09 33	48.3	-2.8	14 31	7 02
21	4 05 31.1	19 58 10	47.6	-2.8	13 48	6 16

Сатурн

Ноябрь 1	3 ^h 49 ^m 02.7 ^s	17°39'37"	20.3"	-0.3 ^m	17 ^h 10 ^m	9 ^h 03 ^m
11	3 45 53.3	17 29 27	20.4	-0.3	16 29	8 19
21	3 42 34.3	17 19 04	20.4	-0.4	15 44	7 31
Декабрь 1	3 39 16.7	17 09 04	20.4	-0.3	15 02	6 47
11	3 36 11.9	17 00 05	20.3	-0.2	14 21	6 03
21	3 33 30.3	16 52 43	20.1	-0.2	13 40	5 21

Уран

Ноябрь 1	21 ^h 18 ^m 19.8 ^s	-16°26'42"	3.6"	5.8 ^m	14 ^h 13 ^m	22 ^h 53 ^m
11	21 18 40.5	-16 24 47	3.5	5.8	13 34	22 14
21	21 19 21.2	-16 21 19	3.5	5.8	12 55	21 36
Декабрь 1	21 20 21.2	-16 16 24	3.5	5.9	12 16	20 59
11	21 21 39.1	-16 10 06	3.4	5.9	11 37	20 21
21	21 23 12.9	-16 02 34	3.4	5.9	10 58	19 44

Примечание: В таблицах III, IV прямое восхождение и склонение даются на 0^h UT.



Метеоры потока Леонид в ноябре 1998 г. Зарисовки очевидца С.В. Птицына

ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНЕТАХ, ВИДИМЫХ В НОЯБРЕ–ДЕКАБРЕ 2000 г.

В середине первой декады ноября наступает период утренней видимости **Мерку-**

рия, который продлится почти до конца месяца. Планета будет смещаться по созвездиям Девы и Весов. В середине ноября длительность видимости составит около полутора часов. 12–15 ноября за полчаса до восхода Солнца на широте Москвы высота Меркурия над горизонтом достигнет 10°–11°.

В начале ноября в сред-

ней полосе России начинается период вечерней видимости **Венеры**. В ноябре она находится в созвездиях Змееносца и Стрельца, в декабре – в созвездии Козерога. В декабре условия видимости быстро улучшаются, в конце года длительность видимости достигнет почти пяти часов, а блеск – 4,3^m.

Марс можно будет уви-

Таблица V

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Название потока	Созвездие	Радиянт		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		α	δ			
Ориониды	Орион	6 20	16	66	20	2.10–7.11
Кассиопейды	Кассиопея	1 30	63		120	8.11–13.11
Леониды	Лев	10 12	22	71	100	14.11–21.11
α-Моноцериды	Малый Пес	7 48	02	65		15.11–25.11
Геминиды	Близнецы	7 30	33	35	120	7.12–17.12
Урсиды	Малая Медведица	14 28	76	33	10	17.12–26.12

деть утром в созвездии Девы. Условия для наблюдений постепенно улучшаются, за два месяца длительность видимости возрастет от трех до пяти часов.

В ноябре–декабре продолжают отличные условия для наблюдений планет-гигантов **Юпитера** и **Сатурна**, в 20-х числах ноября блеск их достигнет макси-

мума. В дни противостояний 28 ноября для Юпитера и 19 ноября для Сатурна продолжительность их видимости в средней полосе России достигнет почти 16 и 15 часов соответственно. Обе планеты будут находиться в созвездии Тельца, между звездными скоплениями **Гиад** и **Плеяд**.

Уран и **Нептун** находятся

в созвездии Козерога. Их можно увидеть в небольшом телескопе по вечерам, но условия их видимости в России неблагоприятны (низко над горизонтом) и в декабре начнут быстро ухудшаться. Уран все же наблюдать можно, он относительно яркий ($5,8^m$) и расположен выше.

В.А. ЮРЕВИЧ

Информация

Новая геодинамическая концепция профессора Ю.В. Баркина

Поскольку искусственный спутник Земли движется в ее гравитационном и магнитных полях, то результаты исследований орбитального движения спутника имеют прямое отношение к пониманию физических свойств околоземного пространства и самой планеты. С помощью современных измерительных средств космической геодезии стало возможным оценить изменение параметров гравитационного поля Земли, возникающее вследствие приливов твердой земли и океанов, циркуляции атмосферных и океанических масс и динамических процессов внутри Земли. По изменению орбит ИСЗ на длительных интервалах времени (несколько лет) определены длинноволновые вариации гравитационного поля. Амплитуды этих вариаций вычисляют также по известным геофизическим, океаническим и атмосферным моделям. Сравнивая результаты, можно выявить причины наблюдаемых вариаций гравитационного поля и уточнить существующие теоретические модели. Однако попытки теоретического обоснования обнаруженных долгопериодических вариаций пока не приводят

к однозначному ответу из-за несовершенства наших представлений о внутреннем строении Земли и ее эволюции.

В связи с этим большой интерес вызвало сообщение доктора физико-математических наук Ю.В. Баркина (ГАИШ) на семинаре в Институте астрономии РАН 17 марта 2000 г. Докладчик предложил объяснение наблюдаемым вековым и долгопериодическим вариациям параметров вращения Земли и геопотенциала и предсказал ряд пока не обнаруженных эффектов. Среди них выделяется предсказание дрейфа центра масс Земли со скоростью 6,47 см/век в направлении географической точки 70° с.ш. и 104° з.д. (район полуострова Таймыр). Ю.В. Баркин предлагает свою трактовку многих геодинамических явлений и процессов, основу которой составляет идея эксцентричности и подвижности оболочек Земли. Согласно его концепции, центры масс оболочек не совпадают, а сами оболочки “раскачиваются” вследствие притяжения внешними небесными телами. Периоды колебаний оболочек соответствуют известным природным циклам разнообразных геодинамических и геофизических явлений, а также явлений в биосфере и ноосфере. Медленное смещение нижней массивной оболочки Земли в направлении полуострова Таймыр приводит к перераспределению флюидных масс в противоположных полусферах и к дрейфу центра масс

Земли. Эта концепция убедительно объясняет декадные и медленные вариации сейсмичности и вулканизма в последние 120 лет. Простую интерпретацию получают явления “зеркальности” в общем количестве землетрясений, имевших место в северном и южном (западном и восточном) полушариях Земли, недавно открытое учеными Института астрономии РАН (А.М. Фридман, Н.Н. Горькавый и др.).

Ю.В. Баркин считает свою концепцию универсальной и применимой для других тел Солнечной системы и находит аргументы в строении Меркурия, Венеры, Луны, Марса, Солнца, спутников Юпитера. В частности, все эти тела обнаруживают пояса геологических структур, наклоненные на угол $35,3^\circ$ к оси вращения. По мнению Ю.В. Баркина, небесномеханическая концепция подвижных оболочек может быть применима в динамике и эволюции звезд и звездных систем.

Представленные Ю.В. Баркиным результаты весьма интересны, хотя и не всегда бесспорны. Они могут стать предметом дискуссий среди специалистов в области астрономии, геофизики и геотектоники. В связи с этим особенно актуальна проверка предсказанных эффектов и особенно параметров векового дрейфа центра масс Земли методами космической геодезии.

*С.К. ТАТЕВЯН,
доктор технических наук
Институт астрономии РАН*

2000 год: спокойное начало

Данные о более 530 землетрясениях обработал отдел срочного оповещения о сильных и ощутимых землетрясениях Геофизической службы РАН с января по май 2000 г. Число их достаточно велико, но особенно катастрофических землетрясений среди них (за одним исключением) не было.

По сейсмоактивным регионам России землетрясения распределялись так: Дальневосточный регион – 55, Байкальский – 22, Северо-Восточный – 11, Кавказский – более 100. 44 землетрясения отнесены к разряду ощутимых, как правило, небольшой магнитуды ($M < 5$). Они произошли на Камчатке, Сахалине, Курильских островах, Северном Кавказе, Байкале, в Дагестане. Максимальная сила толчков составила 3-4 балла, ни жертв, ни разрушений они не вызвали.

Характерно оживление сейсмичности на Северном Кавказе и сопредельных территориях: более 100 землетрясений с магнитудой $M = 1.0-1.5$ и выше ощущались в населенных пунктах (2-3 и более баллов). На Дагестан при-

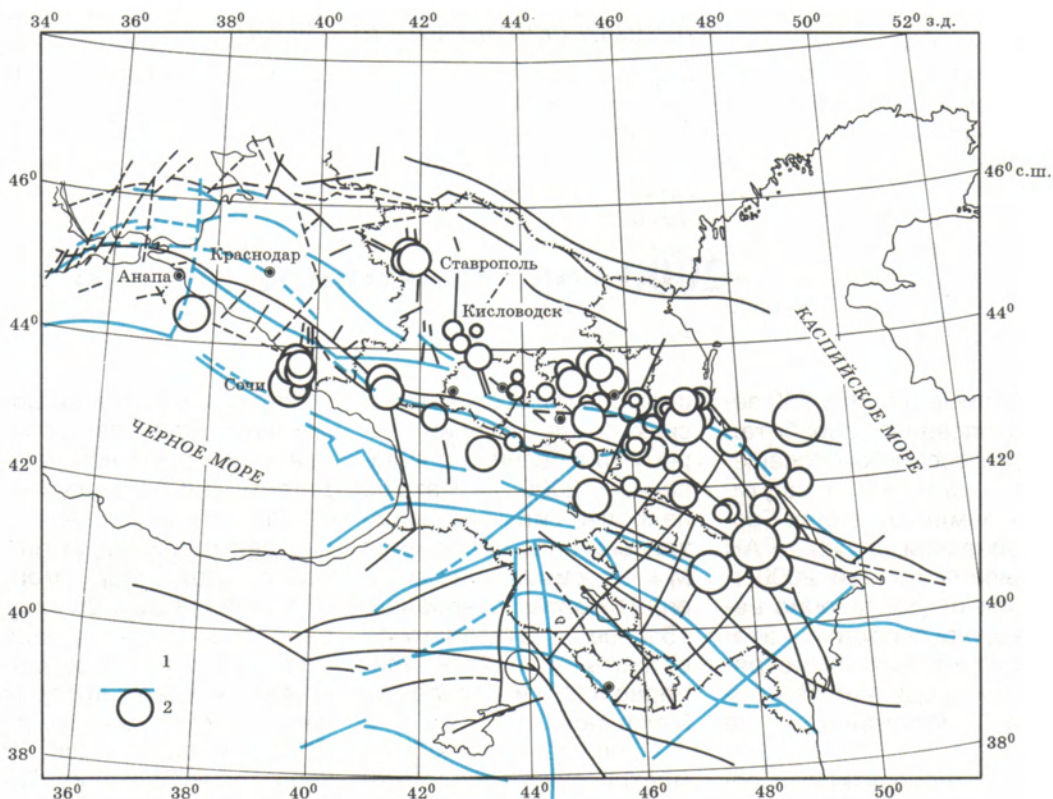
шлось 70% всех кавказских землетрясений, зарегистрированных в январе-мае 2000 г. Четыре наиболее сильных землетрясения с магнитудой $M = 4$ произошли 28 января, 21 марта, 12 апреля и 15 апреля. Эта очаговая область находится примерно в 50 км к западу от Махачкалы.

Серия дагестанских землетрясений – продолжение тех, что наблюдались в январе 1999 г. Максимальные сотрясения (около 4-5 баллов) почвы отмечались в городах Учкент, Новый Чиркей, Дубки, Буйнакск и Кизил-юрт. Сейсмическая активизация наблюдалась в акватории Каспийского моря и в прибрежных областях (территория Дагестана и Азербайджана). Самое сильное землетрясение, эпицентр которого связан с Карабогазским разломом, зарегистрировано 22 апреля (магнитуда $M = 4.4$). В городе Дербенте оно ощущалось силой 4 балла. Серия более слабых толчков протянулась у западного побережья Каспийского моря, вдоль Центрально-Каспийского разлома.

Ряд землетрясений Восточного Кавказа отмечен в приграничной зоне Дагестана и Азербайджана. Значительно проявление сейсмической активности вдоль черноморского побережья. 29 февраля началась серия ("рой") из более 20 землетрясений, среди которых шесть имели магнитуду 2.7-3.3 и ощущались на территории Большого Сочи силой до 4-5 баллов.

В апреле 2000 г. сейсмическая станция "Сочи" зарегистрировала рой очень слабых толчков в Дагомысе и в горной местности в 10-12 км от него. На период с 20-го по 25 апреля пришлось около 20 толчков. Сотрясение сопровождалось подземным гулом.

Землетрясение 6 апреля с магнитудой 3.3 ощущалось в Новороссийске (2-3 балла), Геленджике и Анапе (2 балла). Проявление сейсмической активности зафиксировано также в тектонической зоне Ставропольского свода. За период с 24-го по 25 апреля зарегистрировано три толчка с магнитудой $M = 2.8-2.9$. В этом районе известны рои и более сильных земле-



Сейсмическая обстановка на Кавказе в январе-мае 2000 г. 1 – важнейшие разломы Кавказского региона; 2 – эпицентры землетрясений

трясений, в эпицентре – до 7 баллов. Последний наиболее значительный сейсмический рой отмечался в районе Большого Сочи в 1970-71 гг. Главное событие 4 декабря 1970 г. имело магнитуду $M = 5.1$.

Анализ землетрясений показывает, что по-прежнему исключительно активен Тихоокеанский сейсмический пояс (Алеуты, Япония, Индонезия,

Филиппины, острова Тонга, Новые Гебриды, Марианские), на его долю пришлось более 300 землетрясений. В другом районе высокой сейсмичности – Альпийском поясе, протянувшемся от Средиземноморья на восток через Турцию, Иран и северную Индию, зафиксировано 67 землетрясений, в Центральной и Южной Америке, в районе Срединно-Атлантического хребта и прилегающих акваториях – более 35 землетрясений.

Наиболее сильное в первые пять месяцев землетрясение произошло 4 мая на острове Сулавеси

в Индонезийском архипелаге и магнитуда его – $M = 7.2$. По данным ИТАР ТАСС, десятки тысяч жителей этого относительно малонаселенного региона получили травмы и ранения, погибло более 50 человек. Подземные толчки и вызванные землетрясением 6-метровые приливные волны – цунами – разрушили либо смыли в море сотни жилых построек. Один небольшой остров исчез вместе с пятью деревнями. К счастью, многим удалось вовремя покинуть дома и укрыться в безопасных местах. Пострадали, в основном, населенные пун-

кты на двух мелких островах – Банггаи и Пеленг, расположенных между заливом Толо и Молуккским морем, у восточной оконечности Сулавеси. Эти поселки оказались под двойным ударом – подземной и водной стихии. Волны цунами достигли также пределов города Лувук на крайнем

востоке самого Сулавеси. Эпицентр землетрясения находился примерно в 95 км к юго-востоку от этого города – в проливе Пеленг. Хотя это землетрясение и вызвало катастрофу на острове Сулавеси, оно было единственным, которое принесло значительный ущерб. Поэтому можно считать, что

последний год уходящего века начался относительно спокойно.

*О.Е. СТАРОВОЙТ,
кандидат физико-математических наук*

*Л.С. ЧЕПКУНАС,
кандидат физико-математических наук*

*Геофизическая служба
РАН, г. Обнинск*

Информация

Арктический океан освобождается от льдов?

Норвежские, американские и российские климатологи и океанологи провели параллельные исследования состояния арктических морских льдов. В этой работе участвовали Ола М. Юханнессен из Центра по изучению природной среды и телеметрии им. Нансена в Бергене (Норвегия), Елена В. Шалина из С.-Петербургского отделения того же Центра, Константин Винников из Университета штата Мэриленд (Колледж-Парк, США) и Ф. Захаров из Арктического и Антарктического института в С.-Петербурге. Они не только подтвердили, что площадь арктических плавучих льдов сокращается, но и установили, что толщина льда неуклонно уменьшается. Причем происходит это довольно быстро. За 20 лет площадь многолетних льдов уменьшалась со скоростью 7% в десятилетие, вдвое быстрее, чем общая площадь ледового покрытия океана.

Сотрудники Университета штата Вашингтон в Сиэтле (США) сопоставили данные

измерений мощности северных полярных льдов, полученные в ходе исследований с борта атомных подводных лодок США (в 1958-76 гг. и в 1993, 1996 и 1997 гг., когда осуществлялась программа “SIE” – “Scientific Ice Expedition”, “Научная ледовая экспедиция”). Акустические датчики картировали рельеф нижней поверхности льдин, под которыми проходил корабль.

В глубоководной акватории Ледовитого океана средняя толщина ледяного покрова, составлявшая ранее 3,1 м, сократилась за 10 лет в среднем до 1,8 м, то есть примерно на 15%. Этот процесс шел в пять раз интенсивнее уменьшения площади покрова. Менее чем за 30 лет арктические плавучие льды потеряли 40% своего объема.

Полярный исследователь Джон Уолш из Университета штата Иллинойс в Эрбана-Шампейне (США) полагает, что если сокращение ледяного покрова продолжится, то Северный океан лишится его всего за несколько десятилетий. Тогда огромная акватория из колоссального отражателя солнечного излучения, возвращающего в околоземное пространство до 80% энергии, превратится в ее тепловой коллектор. В результате общая циркуляция Мирового океана и ат-

мосферы над ним вплоть до средних географических широт коренным образом изменится. Станут иными также пути прохождения штормов и характер распределения осадков.

Причиной сокращения ледникового покрова считают Арктическую осцилляцию – аналог Южной осцилляции в Тихом океане, вызывающей эффект Эль-Ниньо. Это неустойчивый колебательный процесс, в ходе которого атмосферное давление над Северным полюсом и в кольцевой окраине полярного региона то возрастает, то снижается.

В положительной фазе осцилляции в Арктику попадает масса теплого воздуха, усиливается приток в высокие широты вод из Северной Атлантики и ускоряется вынос из Арктики многолетних льдов.

В соответствии с недавно построенными математическими моделями, накопление в атмосфере парниковых газов может способствовать активизации процессов. По мнению же К. Винникова и его соавторов, рост концентрации парниковых газов в атмосфере – основная причина массового таяния дрейфующего льда.

Science, 1999, 286, 1828,
1934, 1937
Geophysical Research Letters,
15.12.1999

Сейсмическая томография

Развитие сейсмологических методов и геофизического моделирования привело в последние годы к заметному усовершенствованию традиционных “слоистых” моделей планеты. Родилась сейсмическая томография – геофизический аналог медицинской компьютерной томографии. С ее помощью получают детальные трехмерные изображения пространственного распределения скоростей сейсмических волн в мантии. Поскольку с увеличением температуры эти скорости падают, можно судить о температурных контрастах в недрах.

Интересных результатов в области сейсмической томографии добились два коллектива геофизиков. Первый, возглавляемый Саскией Гёс из Школы геодинамики им. Ф.В. Мейнеса при Утрехтском университете (Нидерланды), изучал источники кайнозойского вулканизма в нижней мантии под Центральной Европой. Другой, образованный двумя учеными – Дж. Ритсмой и Х.Я. ван Хейстом из

Калифорнийского технологического института в Пасадене (США), – проанализировал скорости поперечных сейсмических волн, проходящих под Африкой и Исландией.

Ученые обнаружили, что холодные зоны субдукции (где крупные плиты коры погружаются в недра) опускаются через границу верхней и нижней мантии на глубину 660 км, вплоть до ядра Земли. Таким образом, граница верхней и нижней мантии оказывается как бы неопределенной, “плывущей”. Прояснить проблему может исследование областей Земли, в которых десятки миллионов лет идут активные вулканические процессы. Это, например, Гавайские острова и Исландия.

Именно здесь вздымаются колонны раскаленной породы – мантийные плюмы. Они следуют по своеобразным “магмапроводам” диаметром 150-200 км с температурами, на 200-300°K превышающими окружающую. Некоторые из плюмов, пробивая толщу мантии, переносят к поверхности Земли тепловую энергию, выделяемую земным ядром.

Дж. Ритсема с коллегами, проведя более 2 млн измерений скорости поперечных сейсмических волн, построил трехмер-

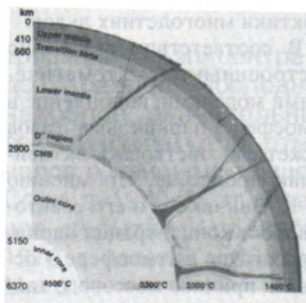
ную компьютерную модель мантии под Африканскими континентом с разрешением около 500 км. На этой модели область низких скоростей (или аномально высоких температур) простирается от границы ядра с мантией до поверхности региона, лежащего под юго-восточной Атлантикой вплоть до Великой рифтовой системы Восточной Африки. Разлом континента происходит, вероятно, благодаря тепловым аномалиям на границе земного ядра с мантией.

Американский плюм отклоняется от вертикальной оси более чем на 4 тыс. км. Предположительно, его отклоняет “мантийный ветер” – движение расплавленных пород под влиянием конвекции в глубинных недрах под Африканским материком.

Группа С. Гёс обнаружила сейсмическую аномалию с низкими скоростями волн в нижней мантии под Европейским континентом на глубине от 600 км до 2 тыс. км. В переходной зоне плюмообразные структуры, очевидно, прерывает погружающаяся Африканская плита, и в верхней мантии возникают отдельные участки расплава, подпитывающие небольшие мантийные плюмы.

В верхней мантии главный плюм может расколоться на несколько более мелких. Это подтверждают локальные томографические исследования. Высокое разрешение изображения даст возможность оценить горизонтальные и вертикальные потоки в мантии и построить новые, надежные трехмерные математические модели, описывающие строение нашей планеты и происходящие в ее недрах процессы.

Science, 1999, 286, 1865, 1925, 1929



Схематический разрез Земли. Тепловой поток, разогретый до 3300°С, рассекая мантию, достигает поверхности. Горизонтальные и вертикальные потоки (стрелки) компенсируют контрасты температуры. Охлажденные погружающиеся плиты и горячие плюмы пронизывают границу между верхней и нижней мантией на глубине 660 км, поддерживая общую конвекцию во всей мантии

О недрах Земли как о космосе...

"Мне хотелось бы, чтобы в ближайшие годы мы узнали о глубоких недрах Земли" по крайней мере "столько же, сколько за последние годы стало известно нового о космическом пространстве..." Этими словами из газетной статьи В.В. Белоусова, опубликованной 31 декабря 1962 г., начинается книга, изданная Объединенным институтом физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН в Книжном доме "Университет" (Москва) к 10-летию со дня смерти выдающегося русского ученого-геолога. Десятилетие – срок сравнительно небольшой; живы и здравствуют многие, знавшие Владимира Владимировича и в последние годы его жизни, и в более раннюю пору. Вместе с тем, теперь можно взглянуть на прошлое как бы издалека.

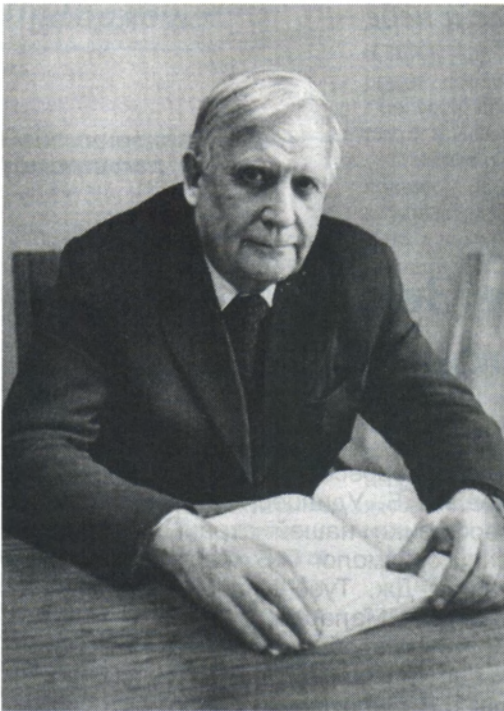
Более полувека, с конца 30-х гг. до 1990 г., В.В. Белоусов был одним из лидеров советской и мировой геологии. Он – руководитель Междуведомственного геофизического комитета, президент Международного союза геодезии и геофизики, куратор международного проекта "Верхняя мантия". Его имя постоянно присутствует в научной литературе. Написанные им книги и статьи остаются источником идей и учебником для уже новых поколений ученых.

Творческий путь Белоусова-геолога прослежен во вступительном очерке доктора физико-математических наук Л.И. Иогансон. Белоусов как человек раскрывается в воспоминаниях знавших его людей. Среди них – академики В.И. Кейлис-Борок и Д.М. Губерман,

члены-корреспонденты РАН Л.Н. Рыкунов и Г.Б. Удинцев, видные геологи и геофизики нашей страны, американский сейсмолог П.Б. Харт и канадский геолог Дж. Тузо Уилсон, итальянский геолог Р. Маларда.

Книга необычна тем, что в ней собраны не только мемуары жены, сына, коллег В.В. Белоусова, но и его автобиогра-





В.В. Белоусов. Одна из последних фотографий. 1990 г.

торых Владимир Владимирович сыграл исключительную роль: Международный геофизический год (1957-58), международный проект "Верхняя мантия и ее влияние на развитие земной коры" (1960-70), появление "тектоники плит" (конец 60-х гг.) и неугасающая борьба концепций фиксизма и мобилизма. В течение двух десятилетий Владимир Владимирович противостоял напору практически всего научного геологического сообщества, поначалу восторженно принявшего идею дрефта материковых плит. Исключительно острый полемист, В.В. Белоусов называл эту концепцию "геологическим декадансом", твердо отстаивая свои взгляды в научной борьбе.

Книга о В.В. Белоусове – это память о замечательном человеке и ученом, оставившем яркий след в душах и судьбах многих людей. Он посвятил жизнь исследованию "подземного космоса", бесконечную глубину которого видел и чувствовал: *"Наши реальные знания слишком малы. Много поколений ученых сменяется, прежде чем теория развития Земли будет создана"*.

В заключение хочется привести небольшой фрагмент из документальной повести В.В. Белоусова "В снегах Ла-

фические заметки и воспоминания о тех, с кем он встречался и работал. А это В.В. Вернадский, написавший предисловие к первой книге Белоусова "Геохимия природных газов", и О.Ю. Шмидт, А.Д. Архангельский и И.М. Губкин, заметившие первые успехи молодого ученого. В.В. Белоусов пишет о замечательных людях, с которыми был знаком в ранние годы и в пору зрелости, оказавших влияние на его судьбу и становление научного мировоззрения. Он благодарен им. И сам представляет для своих коллег и учеников высоким образцом человека науки. Не случайно очерки воспоминаний о нем так названы: "Один из титанов", "Вдохновляющая личность", "Интеллект, талант, смелость", "Это всегда был ток высокого напряжения".

Прочитав книгу, я понял "феномен Белоусова": замечательная личность появляется в замечательную эпоху и становится ее частью. 50-80-е гг. отмечены значительными событиями, в ко-



В.В. Белоусов с итальянскими геологами Р. Малардой (слева) и Дж. Госсом (справа). Альпы. 1975 г.

пландии”, публиковавшейся в 1928 г. в трех номерах журнала “Всемирный следопыт”. Теперь можно снова познакомиться с этими произведениями юного В.В. Белоусова. Они свидетельствуют о том, каким замечательным популяризатором науки был крупнейший геолог и геофизик В.В. Белоусов.

Вот как описывает будущий геолог свою встречу с горным массивом Хибин на Кольском полуострове:

“...Хибины громоздятся за озером огромной тяжелой опухолью, вздувшейся среди бескрайней, покрытой лесом равнины. Их высота – 1300 м. Склоны Хибин изрезаны ущельями странных округлых очертаний, в них вырезаны большие чаши – глубокие цирки в виде гигантских розеток, с лучами, идущими от центра к краям. И весь вид гор так необычен, так не сходен с нашими представлениями о горах!

Хибины – значит скалы. Но у них есть и другое имя – Умптек, что значит Гнилой Камень. Это действительно сгнившие, разрушенные, истлевшие горы. Не защищенные ни почвой, ни лесом, открытые и морозам, и ливням, и солнечным лучам. Хибинские скалы все пронизаны трещи-



нами, расколами, и часто достаточно толчка рукой, чтобы целая глыба рассыпалась на мелкие осколки...”

*А.В. НИКОЛАЕВ,
член-корреспондент РАН
Объединенный институт физики Земли
им. О.Ю. Шмидта РАН*

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

Наш журнал распространяется строго по подписке. И нет никакой другой возможности приобрести отдельные номера в редакции или в розничной продаже. Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по “Объединенному каталогу Роспечати” (на II полугодие 2000 года и I полугодие 2001 года) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ																		
	на <u>геофизический</u> журнал										(индекс издания)								
	Земля и Вселенная																		
	(наименование издания)																		
	на _____ год по месяцам:																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
Куда																			
	(почтовый индекс)						(адрес)												
Кому																			
ДОСТАВочная КАРточка																			
на <u>геофизический</u> журнал										(индекс издания)									
Земля и Вселенная																			
(наименование издания)																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <td rowspan="2" style="width: 10%;">Стои-мость</td> <td style="width: 15%;">подписки</td> <td style="width: 15%;">_____ руб. _____ коп.</td> <td rowspan="2" style="width: 10%;">Количество комплектов</td> <td rowspan="2" style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>пере-адресовки</td> <td>_____ руб. _____ коп.</td> </tr> </table>													Стои-мость	подписки	_____ руб. _____ коп.	Количество комплектов		пере-адресовки	_____ руб. _____ коп.
Стои-мость	подписки	_____ руб. _____ коп.	Количество комплектов																
	пере-адресовки	_____ руб. _____ коп.																	
на _____ год по месяцам:																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
Куда																			
Кому																			

Заведующая редакцией Г.В. Матросова. Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин.
Зав. отделом астрономии В.А. Юревич. Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин.

Художественные редакторы М.С. Вьюшина, О.Н. Никитина.

Литературный редактор О.Н. Фролова. Мл. редактор Л.В. Рябцева.

Корректоры: В.А. Ермолаева, Л.М. Федорова.

Номер оформили: Р.В. Ермакова, Е.Е. Барк, Ю.А. Тюришев.

Обложку оформила М.С. Вьюшина.

Сдано в набор 07.07.2000 Подписано в печать 16.08.2000. Формат бумаги 70 × 100 ¹/₁₆

Офсетная печать Уч.-изд. л. 12,2 Усл.печ.л. 9,1 Усл. кр.-отт. 8,6 тыс. Бум.л. 3,5

Тираж 919 экз. Заказ № 3905

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91

Учредители: Президиум РАН,

Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН

Академиздатцентр "Наука"

Адрес издателя: 117864 Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 117810 Москва, Мароновский пер., 26

Телефоны: 238-42-32, 238-29-66

Отпечатано в ППП "Типография "Наука"

121099 Москва, Шубинский пер., 6





"Наука"
Индекс 70336